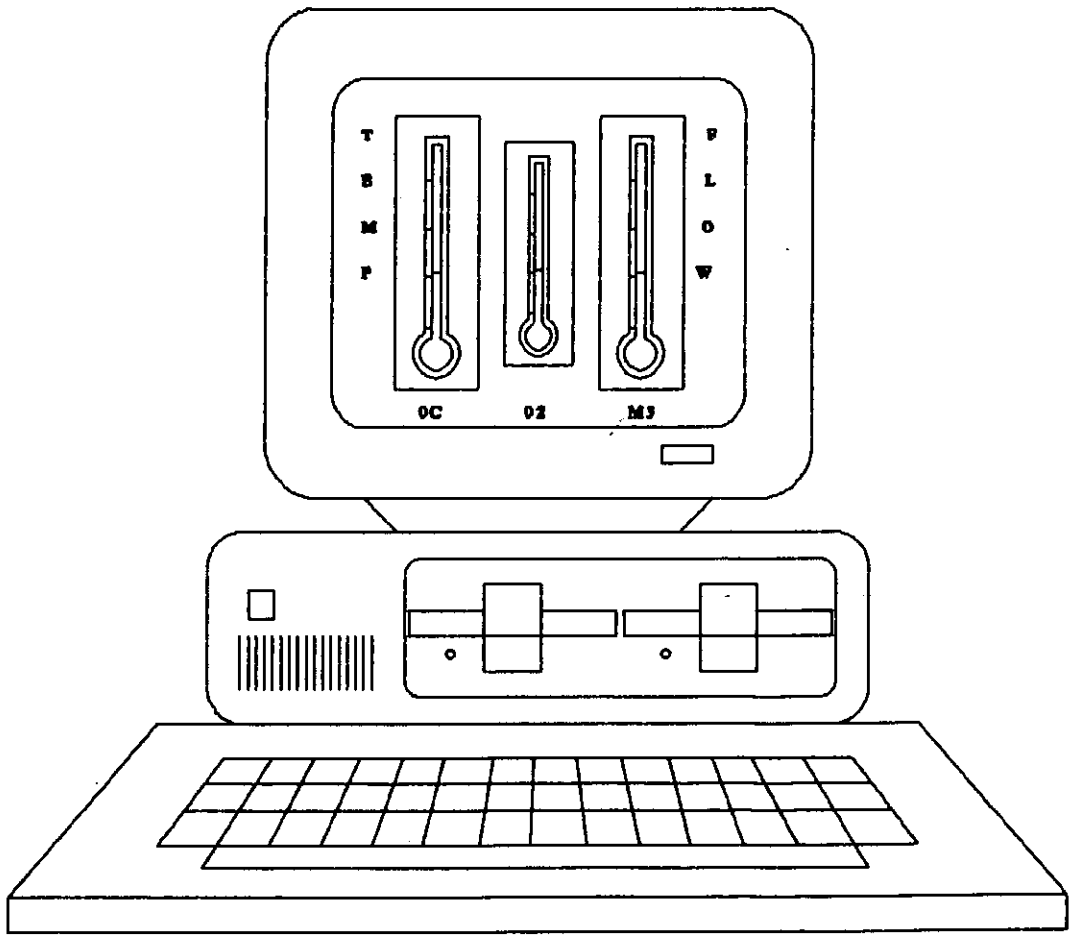
Ministerie van Verkeer en Waterstaat RIJKSWATERSTAAT

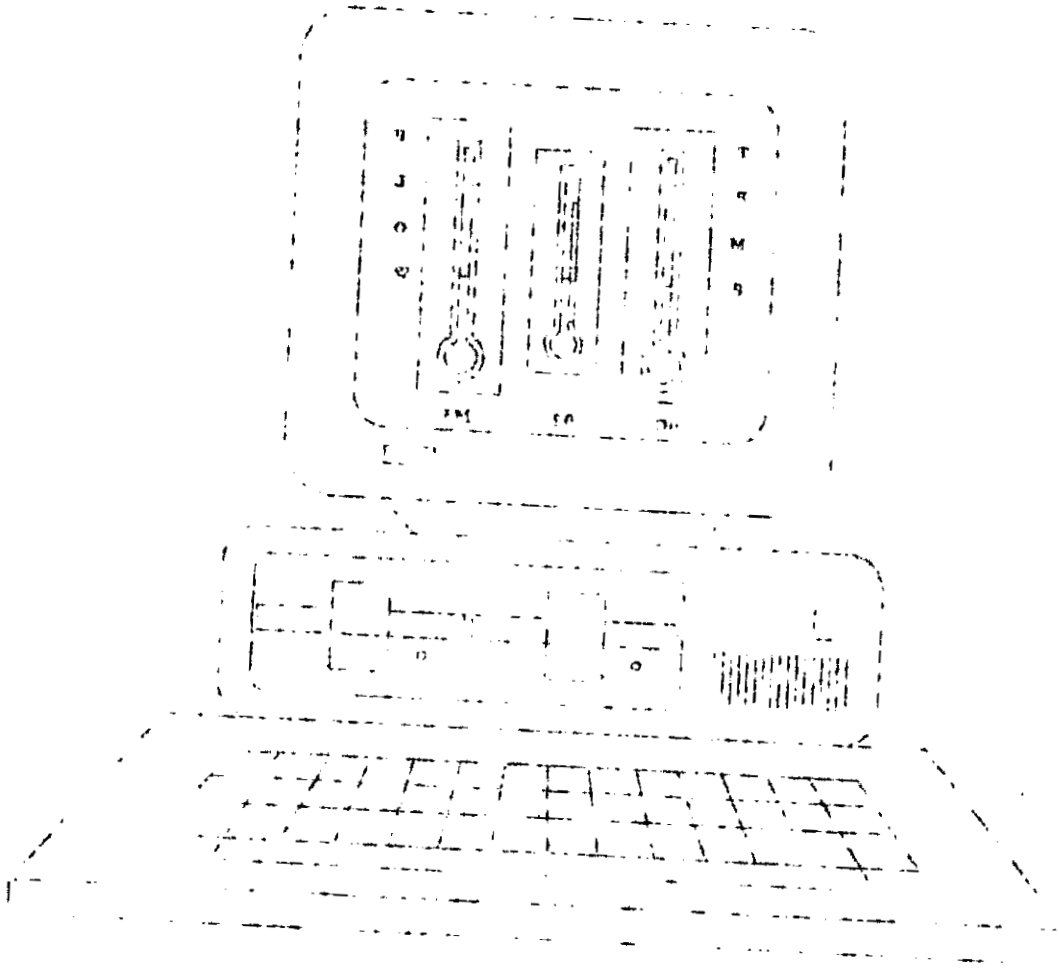
Dienst Binnenwateren/RIZA

MEETINSTRUMENTEN BIJ AFVALWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN



LU WAGENINGEN

METINSTRUMENTEN
BIJ
AFVALWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN



IJ. WAGENINGEN

Ministerie van Verkeer en Waterstaat RIJKSWATERSTAAT

Dienst Binnenwateren/RIZA

MEETINSTRUMENTEN BIJ AFVALWATERZUIVERINGSINRICHTINGEN

LU WAGENINGEN

IR. H. SPANJERS
DR. IR. H. KLAPWIJK

NR.88.101X

INHOUD pagina

BIJLAGEN

SAMENVATTING

Dit rapport geeft de resultaten van een onderzoek naar de ontwikkeling en het marktaanbod van meetinstrumenten voor de afvalwaterbehandeling en naar de ervaring met meetinstrumenten bij zuiveringsinrichtingen. Het onderzoek bestond uit drie delen:
1. een literatuurstudie;
2. een inventarisatie van het marktaanbod van meetinstrumenten;
3. een schriftelijke enquête bij beheerders van zuiveringsinrichtingen.

Het literatuuronderzoek heeft geleid tot een opsomming van grootheden en - per grootheid- van principes waarmee meetinstrumenten voor de grootheden werken. Bij de opsomming is een lijst van 174 literatuurreferenties gegeven. Uit het literatuuronderzoek blijkt, dat veel onderzoek wordt gedaan naar kontinue meetmethodes voor aktiefslibgehalte, ammoniumkoncentratie, BZV, respiratiesnelheid en toxiciteit. Instrumenten voor andere belangrijke grootheden als debiet, nivo, pH, temperatuur en zuurstofkoncentratie komen in de onderzochte literatuur nauwelijks aan bod.

Een overzicht van het marktaanbod van meetinstrumenten werd samengesteld uit dokumentatie en telefonisch verkregen informatie. Deze bronnen konden in veel gevallen de gevraagde specifikaties niet geven.

Uit de enquête bij beheerders van zuiveringsinrichtingen blijkt dat meetinstrumenten voor debiet, gasproduktie- / verbruik, waternivo, pH, temperatuur en zuurstofkoncentratie het meest worden toegepast. Meetinstrumenten voor debiet en zuurstofkoncentratie scoren relatief vaak onvoldoende. Uit het onderzoek komt duidelijk naar voren dat er weinig inzicht bestaat in de frekwentie van kalibratie en onderhoud van de gebruikte meetinstrumenten.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van DBW/RIZA van de Rijkswaterstaat. De begeleiding is verzorgd door ir. A.H. Dirkzwager en ing. J.H.A.M. Verbraaken van de onderafdeling zuiveringstechnische werken van DBW/RIZA. Aan het onderzoek hebben verder meegewerkt: ir. J. Ebbenhorst (Provinciale Waterstaat Utrecht), A. van de Peppel en R.E. Roersma (Vakgroep Waterzuivering Landbouwuniversiteit Wageningen) en de 20 beheerders van waterzuiveringsinrichtingen die de enquête hebben ingevuld.

VERKLARING VAN ENKELE TERMEN

Meetinstrument: instrument dat informatie direkt uit een objekt ontleent en deze informatie zodanig presenteert dat men de te bepalen grootheid kan afleiden.
Een meetinstrument werkt:
on-line: als het is gekoppeld aan een digitale verwerkingseenheid;
in-proces: als het direkt in de proces(stroom) meet;
kontinu: als het zonder onderbreken een meetwaarde levert;
automatisch: als het zelf bepaalde handelingen uitvoert.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De toegenomen beschikbaarheid van digitale regelapparatuur heeft de mogelijkheden vergroot om te komen tot een betere procesregeling bij de zuivering van afvalwater. Aan de basis van een procesregeling staat het meetinstrument. De juiste werking van een regeling is sterk afhankelijk van de eigenschappen van het meetinstrument.

In verband met de grote verscheidenheid van meetinstrumenten is voorgesteld een overzicht te maken van de toepassing van meetinstrumenten en de ervaring met de toegepaste instrumenten bij de afvalwaterzuivering.

DBW/RIZA heeft gegeven dit voorstel de Vakgroep Waterzuivering van de Landbouwuniversiteit opgedragen een onderzoek uit te voeren.

1.2 Doelstelling

Het doel van het onderzoek was een overzicht te verkrijgen van ontwikkeling en marktaanbod van meetinstrumenten voor de afvalwaterbehandeling en van de ervaring met meetinstrumenten bij de toepassing bij zuiveringsinrichtingen.

1.3 Opzet van het onderzoek

Voor het verkrijgen van een overzicht van meetinstrumenten bij de afvalwaterzuivering werd:
1. een literatuuronderzoek uitgevoerd;
2. het markaanbod van meetinstrumenten geïnventariseerd;
3. een schriftelijke enquête gehouden bij de beheerders van zuiveringsinrichtingen.

De literatuurstudie werd uitgevoerd om een overzicht te krijgen van de ontwikkeling en het gebruik van meetinstrumenten bij onderzoek op het gebied van de afvalwaterzuivering. In hoofdstuk 2 is opzet en afbakening alsmede het verslag van de studie gegeven.

Om een overzicht te verkrijgen van het markaanbod van meetinstrumenten werd nederlandse leveranciers telefonisch om dokumentatie gevraagd. Op basis van deze dokumentatie werden de instrumenten inklusief enkele technische gegevens geïnventeriseerd. Hoofdstuk 3 geeft het resultaat van deze inventarisatie.

De enquête werd gehouden bij beheerders van regionale zuiveringsinrichtingen en bij beheerders van industriele zuiveringsinrichtingen. Een beschrijving van de organisatie van de enquête, een toelichting op het enquêteformulier en de uitwerking van de terugontvangen formulieren zijn gegeven in hoofdstuk 4 van dit rapport.

2 LITERATUUROVERZICHT

2.1 Inleiding

2.1.1 Afbakening

Bij het literatuuronderzoek zijn zo goed mogelijk de volgende richtlijnen aangehouden:
- Publikaties hebben betrekking op de (voornamelijk biologische) zuivering van huishoudelijk en industrieel afvalwater en op slibvergisting.
- In de publikaties valt het aksent op het meetinstrument of de toepassing van het meetinstrument.
- Publikaties zijn op enkele uitzonderingen na verschenen vanaf 1980.

2.1.2 Bronnen

De volgende bronnen zijn systematisch onderzocht:
- Practical experiences of control and automation in wastewater treatment and water resources management. Proceedings of an International Workshop of the IAWPR held in Munich and Rome, 20-26 June 1981. (Gepubliceerd in Wat. Sci. Tech., Volume 13, Number 8-13.)
- Control science and technology for the progress of society. Preprints 8th Triennial World Congress of the IFAC held in Kyoto, Japan, 24-28 August 1981.
- A bridge between control science and technology. Preprints of the 9th World Congress of the IFAC held in Budapest, Hungay, 2-6 July 1984.
- Instrumentation and control of water and wastewater treatment and transport systems. Proceedings of the 4th IAWPRC Workshop held in Houston and Denver, U.S.A., 27 April - 4 May, 1985. R.A.R. Drake (ed.), Pergamon Press, Oxford, 1985.
- Proceedings first IFAC Symposium on Modelling and Control of Biotechnological Processes, Noordwijkerhout, The Netherlands, 11-13 December 1985. Pergamon Press, 1985.
- Documentation 7th European Sewage and Refuse Symposium EWPCA, Munich, Germany, 19-22 May, 1987.
- Proceedings 4th European Congress on Biotechnology, Amsterdam, June 14-19, 1987. Elsevier, Amsterdam, 1987.
- Journal of the Water Pollution Control Federation, vanaf 1980.
- Water Research, vanaf 1980.

2.2 Grootheden en meetprincipes

In deze paragraaf worden de voor de afvalwatertechnologie relevante grootheden besproken. Meetinstrumenten zijn onder te verdelen naar de aard van de te meten grootheid. Bovendien kan de werking van meetinstrumenten worden teruggevoerd op een beperkt aantal principes. Daarom is gekozen voor een opsomming van grootheden en - per grootheid - van meetprincipes.
Tabel 2.1 geeft een overzicht van de in de literatuur besproken grootheden. Bij iedere grootheid worden de verschillende principes vermeld waarmee meetinstrumenten voor die grootheden werken. Bij ieder principe wordt vermeld of het instrument geschikt is voor in-proces toepassing en of het instrument kontinu werkt. De nummers verwijzen naar de publikaties in de referentielijst (bijlage 1).

TABEL 2.1 Overzicht van in de literatuur besproken grootheden, principes waarop de meetinstrumenten zijn gebaseerd, geschiktheid instrument voor in-proces toepassing (geschikt (+) dan wel ongeschikt (-)), al dan niet ((+) resp. (-)) kontinu meetwaarde leveren van het instrument, referenties (nummers verwijzen naar de lijst, bijlage 1).

grootheid en meetprincipe	in-proces	kontinu	referenties
aktiefslibgehalte			
akoestisch/ultrasonoor	+	+	7,31,52
gravimetrisch	-	-	2,109
nukleair	+	+	
optisch	+	+	14,28,73,80,144
elektrochemisch	+		57,150,174
volumetrisch/indikvolume	-	-	36
ammoniumkoncentratie			
fotometrisch	-	-	2,109
fotometrisch/automaat	+	+	120
elektrochemisch/ISE/automaat	+	+	86
elektrochemisch/ISE	+	+	42,88,103,114,155,156,158
titrimetrisch	-	-	2,109
ATP-aktiviteit			
fotometrisch	-	-	37,119,123
bezinksnelheid			
fotografisch	-	-	93
optisch	-	-	94,102
optisch/automaat	+	-	60,135
visueel	-	-	2,109
BZV			
elektrochemisch/respiratoir	+	-	57,72,85,136,164
elektrochemisch/zuurstofsensor	+	+	43,56,145
titrimetrisch	-	-	2,109
titrimetrisch/elektrolytisch			107
kalorimetrisch	+	+	172
chloorkoncentratie			
fotometrisch	+	-	111
elektrochemisch/amperometrisch	+	+	46,111
elektrochemisch/potentiometrisch	+	+	111
CZV			
spektrometrisch/UV absorptie	+	+	73
titrimetrisch na destruktie	-	-	2,109
titrimetrisch na destruktie/automaat	+	-	112,157
debiet (gas en water)			
akoestisch (gas en water)	+	+	96
elektromagnetische induktie (water)	+	+	144
mechanisch (gas en water)	+	+	
opstuwing/open kanaal (water)	+	+	7,96,163,170
thermisch (gas en water)	+	+	

TABEL 2.1 vervolg

grootheid en meetprincipe	in-proces	kontinu	referenties
fosfaatkoncentratie			
fotometrisch	-	-	2,109
fotometrisch/automaat	+	-	109,120
fotometrisch/automaat	+	+	75,77
elektrochemisch/ISE	+	+	149
geleidingsvermogen			
elektrisch	+	+	49,83
elektromagnetische induktie	+	+	98
ionenaktiviteit			
elektrochemisch/ISE	+	+	114,67,124
elektrochemisch/ISFET	+	+	79
Kjeldahl-stikstof			
titrimetrisch na destruktie	-	-	2,109
coulometrisch na destruktie/automaat	-	-	86
elektrochemisch/ISE na destruktie	-	-	103
korte termijn zuurstofverbruik			
respiratior/elektrochemisch	+		58,72,81,85
LEL			
katalytische verbranding	+	+	1
metalen (zware-)			
atoomspektrom. (absorptie of emissie)	-	-	2,109
elektrochemisch/coulometrisch	+	+	26
elektrochemisch/polarografisch	-	-	39
elektrochemisch/polarografisch	+	+	38
elektrochemisch/potentiometrisch/ISE	+	+	114
fotometrisch	-	-	2,109
methaan			
infraroodspektrometrisch	+	+	
katalytische verbranding	+	+	
thermisch/warmtegeleiding	+	+	
nitraatkoncentratie			
fotometrisch	-	-	2,109
UV-spektrometrisch	+	+	162
elektrochemisch/ISE na reduktie	-	-	103,105
elektrochemisch/potentiometrisch/ISE	+	+	67,158
nitrietkoncentratie			
fotometrisch			109
elektrochemisch/potentiometrisch/ISE			114

TABEL 2.1 vervolg

grootheid en meetprincipe	in-proces	kontinu	referenties
nivo (water- en slibdeken-)			
akoestisch (water)	+	+	
drijverlichaam,peilstok of -glas(water)	+	±	147
elektrisch/geleidingsvermogen (water)	+	+	
hydrostatisch/borrelbuis (water)	+	+	147,168
kapacitief (water)	+	+	147
mechanisch/servomechanisme (slibdeken)	+	+	14,51
ontwateringssnelheid			
akoestisch/ultrasonoor	+	+	6
filtratieweerstand	-	-	109
kapillaire zuigtijd	-	-	9
pH			
elektrochemisch/potentiometrisch	+	+	19,73,106,144
redoxpotentiaal			
elektrochemisch/potentiometrisch	+	+	23,84,125,169
respiratiesnelheid			
elektrochemisch/zuurstofkoncentratiemeting			
manometrisch		-	4,69
slibvolumeindeks (SVI)			
gravimetrisch/volumetrisch	-	-	109
optisch/automaat	+	-	161
stikstof			
zie Kjeldahl-stikstof, nitraat, nitriet, NO_x			
stikstofoxidekoncentratie (NO_x)			
elektrochemisch			138
fotometrisch	+	+	76,86
temperatuur			
elektrisch (Pt-100)	+	+	144
elektrochemisch (thermokoppel)	+	+	
mechanisch	+	+	
totaal organisch koolstof (TOC)			
(foto)chemische oxidatie/IR-detektie	+		68,144,159
toxiciteit			
glukoseopname	-	-	91
kalorimetrisch	+	+	10,59
makrobiologisch/visaktiviteit	+		20
respiratoir	+	±	5,20,118,122,139,140,141,153,164
troebelheid			
akoestisch/ultrasonoor	+	+	31,129,130
infraroodspektrometrisch			
nukleair	+	+	129
optisch	+	+	18

TABEL 2.1 vervolg

grootheid en meetprincipe	in-proces	kontinu	referenties
viskositeit			
mechanisch	+	+	14,21
waterstofsulfidekoncentratie			
chemisch/visueel	+	-	
elektrochemisch/voltammetrisch	+	+	13
fotometrisch/automaat	+	+	98
zuurstofgaskoncentratie			
paramagnetisch	+	+	128,151
elektrochemisch/zirkoniumcel	+	+	89,90
zuurstofkoncentratie			
titrimetrisch	-	-	2,109
elektroch./voltammetrisch of galvanisch	+	+	2,3,41

In het onderstaande is, indien van toepassing, een nadere uitleg gegeven bij diverse grootheden. Per grootheid worden besproken: meetprincipes, belangrijkste problemen, toepassingen.

Aktiefslibgehalte

Een veelvuldig gebruikte maat voor het aktiefslibgehalte is het gehalte aan onopgeloste bestanddelen bepaald uit de droogrest [2, 109]. De methode is niet geschikt voor in-proces toepassingen.
De instrumentele bepaling berust voornamelijk op de beïnvloeding van straling door materie [80, 95]. Uitgangspunt is het verband tussen verstrooïng van straling of de doorlatendheid voor straling en de dichtheid van de suspensie. We kunnen onderscheiden: akoestische, nukleaire en optische methoden. Hierbij wordt de absorptie of verstrooïng gemeten van respektievelijk ultrasone golven [7, 31, 52], radioaktieve straling, zichtbaar of infrarood licht [14, 28, 32, 63, 73, 144, 131].
Algemeen nadeel van de genoemde methoden is dat de wisselwerking tussen straling en deeltjes sterk afhankelijk is van de deeltjeseigenschappen. Door deze sterke afhankelijkheid is het altijd noodzakelijk een kalibratie uit te voeren waarbij ijk- en meetsuspensie zo goed mogelijk met elkaar overeenstemmen. Verder zijn optische absorptie- en verstrooïngsmetingen gevoelig voor omgevingslicht, vervuiling, gasbellen, variaties intensiteit stralingsbron [104, 160].
Nukleaire methoden zijn gevoelig voor de chemische samenstelling van de suspensie.
Een methode die speciaal is bestemd voor het meten in ingedikt slib berust op de meting van de torsierotatie [14].
Het aktiefslibgehalte kan worden afgeleid uit het indikvolume van de suspensie na centrifugeren [36]. De methode is niet geschikt voor in-proces toepassing.
Een betere indruk van het gehalte aan aktieve biomassa wordt verkregen uit respiratiemetingen [58]. In de literatuur worden zowel de endogene respiratiesnelheid [174] als de maksimale respiratiesnelheid [150] voorgesteld als maat voor het gehalte aan aktiefslib (zie respiratiesnelheid).

Ammoniumkoncentratie

Er bestaan verschillende titrimetrische en colorimetrische methoden voor de bepaling van ammonium [2, 109].
Enkele van deze methoden zijn geautomatiseerd zodat zij in principe geschikt zijn voor in-proces metingen [86, 120].
De elektrochemische meting van ammoniumkoncentraties berust op de bepaling van ammoniak met een selektieve ammoniakgaselektrode [17, 42, 103, 114, 155, 156, 158]. De toepassing van de ammoniakelektrode in de afvalwaterzuivering is echter beperkt door de grote gevoeligheid voor vervuiling en chemische samenstelling van de oplossing.

ATP-aktiviteit

Meting van de ATP-produktie geeft een indruk van de aktiviteit van het slib [37, 119, 123]. In de literatuur zijn geen beschrijvingen gevonden van praktijktoepassingen.

Bezinksnelheid

De bepaling van de bezinksnelheid berust op het volgen in de tijd van het slib-watergrensvlak. Bij automatische meting van de bezinksnelheid heeft detektie van het grensvlak plaats m.b.v. optische methoden [60, 102, 94, 135].
In de literatuur wordt ook een niet-automatische fotografische laboratoriummethode voor de bepaling van de bezinksnelheid beschreven.

BZV

Meest gebruikelijk is de titrimetrische bepaling van het BZV-5 [2, 109].
Automatische bepaling van het BZV-5 kan worden gerealiseerd met een Sapromaat. Bij dit apparaat wordt de benodigde hoeveelheid zuurstof elektrolytisch gegenereerd [107].
Naast het lange-termijn-BZV wordt ook het korte-termijn-BZV bepaald. In dit verband worden methodes genoemd die zijn gebaseerd op de meting van de kumulatieve respiratiesnelheid m.b.v. een zuurstofsensor [57, 72, 85, 154]. Enkele apparaten die werken volgens het principe van de respiratiemeting zijn kommercieel verkrijgbaar [136, 164,].
Een kalorimetrische methode om het BZV te bepalen zou in principe geschikt zijn voor in-proces toepassing [172].
In de literatuur wordt melding gemaakt van een gemodificeerde zuurstofsensor die als BZV-elektrode werkt [43, 56, 145].

CZV

De handmatige bepaling van het CZV is gebaseerd op titratie na chemische oxidatie [2, 63, 109]. Van deze bepaling bestaan verschillende geautomatiseerde uitvoeringen [112, 157] die in principe geschikt zijn voor in-proces toepassing.
Bij een andere methode wordt gebruik gemaakt van de korrelatie tussen UV-absorptie en CZV [17, 73]. Voor in-procesmeting is veelvuldige kalibratie noodzakelijk.

Debiet (gas en water)

Voor de meting van gas- en vloeistofdebiet zijn instrumenten beschikbaar die werken volgens één van de volgende principes [15, 17, 35, 63, 100, 167]:
- elektromagnetische induktie [144];
- mechanisch (flotatie, pitotbuis, rotor, turbine);
- thermisch;
- akoestisch [96].

Meters die werken volgens het thermische principe meten massastroom. De andere principes leveren volumestroommeters. Speciaal voor de meting van influent of effluent in een open kanaal zijn het meetschot en de venturi. Door meting van de hoogte van opstuwing (zie Nivo) kan het debiet worden vastgesteld [7, 96, 163, 170].
In de onderzochte literatuur komen debietmeters niet aan bod.

Fosfaatkoncentratie

De handmatige bepaling van (ortho)fosfaat berust op fotometrische methoden [109, 2]. Geautomatiseerde uitvoeringen van deze methoden worden in de literatuur beschreven [75, 77, 109, 120].
Een fosfaat-ionselektieve elektrode wordt in de literatuur beschreven [149]. De auteurs vermelden geen toepassing bij de afvalwaterbehandeling.

Geleidingsvermogen

Het geleidingsvermogen is een in-proces en kontinu meetbare elektrische grootheid [49]. Problemen ontstaan door vervuiling van de elektroden en door polarisatie.
De methode van de elektromagnetische induktie, die zonder elektroden werkt, kent deze problemen niet [98].
Toepassingen van metingen van het geleidingsvermogen zijn de kontrole van influent en effluent en de regeling van de slibkonditionering [83].

Ionenaktiviteit

Een aantal ionselektive elektroden is bruikbaar voor toepassing bij de behandeling van afvalwater [114, 156]. In de literatuur worden genoemd elektroden voor de meting van bijvoorbeeld ammonium (zie Ammonium), calcium, nitraat (zie Nitraat), cyanide [124]. Een ontwikkeling is de Ion Selective Field Effect Transistor (ISFET) [79].

Kjeldahl-stikstof

De handmatige bepaling van Kjeldahl-stikstof berust op de titrimetrische bepaling van ammonium na destruktie van de organisch gebonden stikstof [109, 2]. Apparaten die deze analyse automatisch uitvoeren of toepassingen van deze apparaten worden in de literatuur beschreven [86].
Bij een andere methode wordt na de destruktie gebruik gemaakt van een ammoniumelektrode [103].

Korte termijn zuurstofverbruik (KTZV)

Het korte termijn zuurstofverbruik geeft aan het gehalte aan snel oxideerbare stoffen [165a]. De meting van het KTZV is gebaseerd op respiratiemetingen [57, 72, 85, 81].
Meting van het KTZV geeft aanknopingspunten voor de regeling van een aktiefslibproces [72].

Lower Explosive Limit (LEL)

De LEL is een maat voor de koncentratie aan brandbare gassen en dampen. Het principe van LEL-meters, ook wel "explosiemeters", berust op de katalytische verbranding van ontvlambare gassen of de meting van absorptie van infrarood licht [1]. LEL-meters worden toegepast in en nabij ruimten waar biogasproduktie plaatsheeft.

Nitraatkoncentratie

De handmatige bepaling van nitraat is gebaseerd op fotometrische [2, 109] of potentiometrische methoden. Een spektrometrisch methode die gebruikt maakt van de absorptie van ultraviolette straling door nitraat verloopt kontinu en zonder toevoeging van chemikaliën [162].

Kontinue meting van de nitraatkoncentratie is soms mogelijk m.b.v. een nitraatselektieve elektrode [15, 17, 67, 158]. Bij het toepassen van een ammoniumelektrode [103, 105] vindt eerst een reduktie plaats van het nitraat d.m.v. chemikaliën, wat de methode minder geschikt maakt voor in-proces toepassingen. Kayser & Ermel [78] verkozen een on-line nitraatanalyser na aanvankelijke pogingen met een nitraatelektrode wegens onaanvaardbare drift te hebben gestaakt.
Zie ook Stikstofoxide (NOx).

Nitrietkoncentratie

De handmatige bepaling van nitriet is gebaseerd op colorimetrische methoden [109]. Geautomatiseerde bepalingen volgens deze methoden worden in de literatuur beschreven [86].
Zie ook Stikstofoxide (NOx).

Nivo, water- en slibdeken-

De handmatige bepaling van het waternivo gebeurt met verschillende instrumenten: peilglas, peilstok en drijverlichaam. Deze instrumenten lenen zich niet voor automatische nivometingen.
Geschikt voor automatische in-proces waternivometingen zijn kapacitieve, hydrostatische en akoestische methoden en methoden die gebaseerd zijn op het meten van het geleidingsvermogen [35, 63, 147, 170]. Deze methoden worden ook toegepast bij debietmetingen volgens het open-kanaal-principe.
De hoogte van het grensvlak slibdeken-water kan worden gemeten met akoestische methoden of met een automaat die het grensvlak opzoekt d.m.v. een servomechanisme [14, 51]. De detektie van het grensvlak heeft dan plaats met een optische of akoestische dichtheidsmeter (zie ook: Aktiefslibgehalte, Troebelheid).

Ontwateringssnelheid

De ontwateringssnelheid kan worden uitgedrukt in de specifieke filtratieweerstand of in de kapillaire zuigtijd (CST) [109]. Het instrument voor de meting van de CST [9] is niet geschikt voor in-proces toepassingen.
In de literatuur wordt melding gemaakt van een in-proces methode voor de bepaling van de filtratieweerstand die is gebaseerd op de meting van de verstrooïng van ultrasone golven [6].

pH

De elektrochemische pH-meting wordt algemeen toegepast en de methode is goed gedokumenteerd [15, 17, 144]. De meting kan in-proces en kontinu worden uitgevoerd. Problemen bij pH-meting in de afvalwatertechnologie zijn de gevoeligheid voor vervuiling en het suspensie-effekt [106]. Sommige pH-sensors zijn uitgevoerd met een reinigingseenheid [63]
De pH-meting dient meestal voor influent- en effluentkontrole [73] en als basis voor pH-regeling [70]. Een andere toepassing van de pH-meting is de on-line regeling van een reaktor voor de verwijdering van sulfide uit anaeroob effluent [19].

Redoxpotentiaal

In-proces meting van de redoxpotentiaal wordt toegepast bij regeling van beluchting [23], regeling van de methanoldosering in een denitrificerende reaktor [169], regeling van de hypochlorietdosering ter bestrijding van stank [125].
De belangstelling voor het in-proces en kontinu meten van de redoxpotentiaal neemt toe [27, 84].

Respiratiesnelheid

De respiratiesnelheid ofwel zuurstofverbruiksnelheid is een maat voor de biologische aktiviteit van aktiefslib. De respiratiesnelheid kan als basis dienen voor regeling van het aktiefslibproces [134, 165] in het biezonder de beluchting [44, 54, 55, 65, 81], detektie van toxische effekten (zie Toxiciteit), regeling van de aktiefslibkoncentratie, bepaling van het korte termijn zuurstofverbruik, bepaling van de biodegradeerbaarheid [146], meting van de slibaktiviteit [166].
De methoden voor de bepaling van de respiratiesnelheid kunnen worden opgesplitst in open en in gesloten respiratiemetingen.
Bij een open respiratiemeting wordt de respiratiesnelheid berekend uit de gemeten zuurstofkoncentratie in een beluchte aktiefslibsuspensie [53, 62, 64, 116] of uit het gemeten gehalte aan zuurstof en kooldioxide in het afgas van een beluchte reaktor [89].
Bij een gesloten respiratiemeting heeft geen beluchting plaats. Er zijn diverse methoden voor de gesloten respiratiemeting:
De manometrische methoden berusten op de meting van het verbruikte volume zuurstof [4, 61, 69].
De elektrochemische methoden berusten op de meting, met een zuurstofcel, van de snelheid waarmee de zuurstofkoncentratie in een gesloten vat afneemt na het staken van de beluchting [2, 74, 109, 148, etc.]. De meeste respiratiemeters volgens dit principe werken diskontinu in die zin dat het apparaat telkens opnieuw met slib gevuld wordt [50, etc]. Sommige respiratiemeters worden kontinu met slib doorstroomd [25, 81].

Stikstofoxidekoncentratie (NOx)

In plaats van nitraat of nitriet wordt ook wel de som van beide bepaald. In zogenoemde NOx-analysers heeft reduktie van nitraat tot nitriet plaats, waarna de nitrietkoncentratie fotometrisch wordt bepaald [76, 86].
In de literatuur wordt melding gemaakt van een NOx-elektrode [138].

(T)OC

Het (totaal) organisch koolstof wordt bepaald door chemische fotochemische of thermische oxidatie van de organische stof gevolgd door detektie van het gevormde kooldioxide [2, 109]. Er zijn diverse methoden voor de detektie [Nederlandse Praktijkrichtlijn, 109]. De methode leent zich voor automatisering [68, 144, 159].

Toxiciteit

Methoden om de toxiciteit van een afvalwater te bepalen zijn de meting van: zuiveringsrendement, respiratiesnelheid van het aktiefslib, glucose opname door aktiefslib, warmteproduktie, visaktiviteit [17,20].
Het zuiveringsrendement kan aan de hand van CZV- BZV- of TOC-metingen worden vastgesteld.
Voor het meten van de respiratiesnelheid zijn diverse methoden beschikbaar (zie Respiratiesnelheid). Toxiciteitsmeters die op basis van een respiratiemeting werken worden in de literatuur beschreven [5, 20, 118, 122, 139, 140, 141, 153, 164].
Er wordt een methode beschreven om de toxiciteit te bepalen aan de hand van meting van de opnamesnelheid in organismen van gelabelde glucose [91].
Bij calorimetrische methoden wordt de warmteproduktie van de biomassa gemeten [10, 59].
Verminderde aktiviteit van vissen in een doorstroomkamer wordt gedetecteerd d.m.v. fotocellen [20].
Verder worden er instrumenten ontwikkeld die niet zozeer het effekt van toxische stoffen detekteren als wel de stoffen zelf, zoals pesticiden [22] en zware metalen.

Troebelheid

De meting van de troebelheid of turbiditeit is gebaseerd op de afzwakking of verstrooïng van licht [18], infrarode straling, ultrasone golven [31], of radioaktieve straling [129, 130].
In-procesmeting met optische troebelheidmeters wordt bemoeilijkt door vervuiling van optische delen of kleurveranderingen. Deze invloeden worden goeddeels geëlimineerd door het toepassen van het meerstralenprincipe of door de verhouding van doorgaand en verstrooid licht te beschouwen.
De troebelheidsmeting geeft een indikatie voor de aanwezigheid van zwevende stof in influent en effluent. Ook wordt gebruik gemaakt van troebelheidsmetingen voor de detektie van het grensvlak slib-water (zie Nivo) en bij regeling van de toediening van vlokkingsmiddelen [18].
Zie ook Aktiefslibkoncentratie.

Viskositeit

Een on-line rotatieviskosiemeter kan als basis dienen voor de automatische regeling van polymeertoediening bij slibkonditionering [21]. Een ander toepassing van een rotatieviskosiemeter is de meting van slibgehaltes bij ingedikt slib [14].

Waterstofsulfidekoncentratie

Het waterstofsulfidegehalte kan worden gemeten met een indikatorbuisje waardoor een bepaalde hoeveelheid lucht wordt geleid. Dit instrument is niet geschikt voor on-line metingen in tegenstelling tot meetinstrumenten die werken met een elektrochemische cel volgens het voltammetrisch principe of met een halfgeleidercel [13].
Eveneens geschikt voor in-proces en on-line meting is een fotometrische H_2S-monitor die is gebaseerd op reflektiemetingen aan met indikator geïmpregneerd papier dat van een rol loopt [98].

Zuurstofgaskoncentratie

De meting van het gehalte aan zuurstof in de gasfase gebeurt met een paramagnetische zuurstofmeter [128, 151] of met een zirkonium-elektrode [89]. Meting in de gasfase heeft het voordeel dat de vervuiling van de sensor minimaal is. De meting dient o.a. als basis voor de regeling van de opgelost-zuurstofkoncentratie [90, 151].

Zuurstofkoncentratie

Instrumenten voor het meten van de koncentratie aan opgeloste zuurstof werken met een elektrochemische cel volgens het amperometrische principe [113]. Er bestaan diverse uitvoeringen met verschillende eigenschappen [8, 15, 17, 126, 132]. De amperometrische zuurstofkoncentratiemeting wordt veelvuldig toegepast [34] en is in-proces uitvoerbaar [12, 144]. Belangrijkste probleem is de gevoeligheid voor vervuiling van de membraan [71, 133]. Er wordt melding gemaakt van een zelfreinigende sensor die onder invloed van een elektrochemische reaktie periodiek een gasvormig biocide genereert dat aanhechting van biologisch materiaal aan de membraan bemoeilijkt [127]. Een andere methode is de invloed van de vervuiling van de membraan te elimineren door de sensor zelf zoveel zuurstof te laten genereren dat er geen netto zuurstoftransport door de membraan plaatsheeft [92]. Membraanloze sensoren hebben het nadeel dat veranderingen van pH en geleidbaarheid de meting beïnvloeden [99].
Meting van de zuurstofkoncentratie dient als basis voor regeling van de beluchting [117], respiratiemeting, toxiciteitsmeting, regeling van denitrifikatie [158] en meting van BZV en KTZV.

3 MARKTAANBOD VAN MEETINSTRUMENTEN

3.1 Algemeen

Dit hoofdstuk geeft een overzicht van het marktaanbod in Nederland van meetinstrumenten die van belang zijn bij de afvalwaterbehandeling. Het overzicht is samengesteld uit de volgende bronnen:

- Instrumentengids 1985/86 (uitgegeven ter gelegenheid van de zestiende tentoonstelling 'het Instrument' in Amsterdam 30 september - 5 oktober 1985);
- Programme Aquatech 1986 (gids Aquatech, Amsterdam 15-19 september 1986);
- Dokumentatiebestand vakgroep Waterzuivering LUW.

Bij de keuze uit het totale aanbod van meetinstrumenten werden de volgende kriteria aangehouden:

1. De leverancier dan wel fabrikant vermeldt ekspliciet de afvalwaterbehandeling als (een van de) toepassingsgebied(en).
2. Het instrument is geschikt voor industriele toepassingen. Dit wil zeggen dat laboratoriumapparatuur buiten beschouwing blijft.
3. Het instrument kan informatie direkt uit een objekt ontlenen en zodanig presenteren dat men de te bepalen grootheid kan afleiden. (Deze definitie is ook gehanteerd bij de schriftelijke enquête bij waterkwaliteitbeheerders; zie hoofdstuk 4.) Het instrument kan in principe kontinu en in-proces werken al dan niet in kombinatie met een automatisch monsternameapparaat.
4. Het instrument heeft een elektrische signaaluitgang. Dit is van belang bij de automatische verwerking van meetgegevens.

Gegevens werden uit de dokumentatie gehaald, die - voor zover niet aanwezig - bij de leveranciers werd aangevraagd. Ontbrekende gegevens werden telefonisch bij de leveranciers opgevraagd. In geval dit rapport geen gegevens vermeldt, konden dokumentatie noch telefonische navraag uitsluitsel geven.

3.2 Overzicht meetinstrumenten (toelichting tabel)

Kolom 1 vermeldt per grootheid fabrikaten van meetinstrumenten voor de betreffende grootheid. In bepaalde gevallen (bijvoorbeeld bij pH-meters) zijn transmitter en sensor van een verschillend merk. Dan zijn beide merken vermeld in de volgorde: transmitter/sensor.

Kolom 2 geeft een volgnummer dat verwijst naar de leverancier die het betreffende merk eksklusief vertegenwoordigt. Sommige merken worden vertegenwoordigd door meerdere leveranciers. Voor de betekenis van de volgnummers wordt verwezen naar bijlage 2.

Kolom 3 geeft in enkele trefwoorden aan volgens welk principe het meetinstrument werkt. In hoofdstuk 2 vindt u een meer uitgebreide beschrijving van de meetprincipes. In enkele gevallen (ionen en pH) is het principe niet vermeld omdat dit voor alle fabrikaten hetzelfde is.

Kolom 4 vermeldt het meetbereik.

Notatie:	meetbereik:	0-10mg/l
	diverse meetbereiken:	0-10,20,100mg/l
	vele meetbereiken:	0...1000mg/l
	ondergrens resp. bovengrens:	↓0.1 ↑100mg/l

Kolom 5 vermeldt de nauwkeurigheid (accuracy) van het meetinstrument. De nauwkeurigheid, of beter: onnauwkeurigheid, wordt bepaald door toevallige fouten in

de meting. De onnauwkeurigheid wordt opgegeven in % van de volle schaal (%vs), in % van de gemeten waarde (%gw) of in eenheden van de grootheid.
Kolom 6 geeft de elektrische signaaluitgang van het instrument. mA duidt op een stroomuitgang van 0 of 4 tot 20mA; mV resp. V duiden op een spanningsuitgang. In geval van een spanningsuitgang is eventueel aangegeven over welk spanningsbereik het gaat. In enkele gevallen is een RS232-, RS422, puls- of relais-uitgang (respektievelijk RS, pls, rel) aanwezig.

Kolom 7 tenslotte geeft aan of de signaaluitgang galvanisch gescheiden is. In enkele gevallen worden alleen bepaalde types van het fabrikaat geleverd met een galvanische scheiding (type) of is het mogelijk deze beveiliging aan te laten brengen (opt). Galvanische scheiding voorkomt schade aan digitale meet- en regelapparatuur door eventuele overspanningen te blokkeren.

Van sommige fabrikaten worden meerdere types geleverd met verschillende specifikaties t.a.v. onnauwkeurigheid, meetbereik en signaaluitgang. In deze gevallen zijn de globale specifikaties vermeld.

TABEL 3.1 Overzicht meetinstrumenten

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
aktiefslibgehalte						
Berthold	9	gamma-straling (Ce137)	1-1.1g/ml	±0.3g/l	mA	ja
Bestobell	17	ultrasonoor		2%	mA, 0-10V	nee
Cerlic	47	IR-absorptie	0.005-4à8%ds	0.5%vs	mA	nee
Eur-Control	22					
FCI	7	thermisch/warmtegeleiding	div	1%vs	mA	ja
Kay-Ray	63	absorptie gamma-straling				
Monitek	44	optisch/absorptie	0-1...100g/l	1%	mA	nee
Nisihara	44	ultrasonoor	0-4...100g/l	5%	mA	nee
Ohmart	48	absorptie gamma-straling (Ce137)			mA, 0-10V	ja
Optec	34	optisch	0-0.1...6cu		mA,rel	ja
Rexnord	34	lichtabsorptie	0-3,10,30g/l, 0-100%	±3%vs	mA, 0-1V	
Sigrist	4	optisch/absorptie/waterstraal	0-0.5,15g/l	1%	mA	nee
Sonatron	30	trilling/eigen frekw. dichtheid				
Verewa	19	absorptie beta-straling (C14)	0-1g/l	2%	mA	
Züllig	50	optisch	0-12g/l		mA	
ammonium						
Ankersmit/Gamrad	3	elektrochemisch	10^{-6}M-1M		mA,0-100mV,RS	
Applikon	5	titrimetrisch/fotometrisch			mA, mV, RS	nee
Hach	6,14	fotometrisch	0-3 mg/l	1-3%	mV	nee
Horiba	61		0.01-1000ppm	3%	opt	opt
Ingold	53	elektrochemisch/ISE	$1\text{-}10^{6}$ mol/l		mA, RS	ja
Orion	5,16	gassensor/elektrochemisch	0.02-17000ppm			
Polymetron	36	fotometrisch				
Skalar	66	fotometrisch	10-? g/l	2%	mA, mV, RS	ja
BZV						
Behr	54					
Bühler	64	elektrochemisch/O_2-meting (AAM)				
Horiba	61					
BSB-M3	67	elektrochemisch/O_2-meting	2-10000mg/l		mA	
chloor						
Capital Controls	61		0-20ppm	0.01mg/l	0-50mV	opt
Conducta	16,18	galvanische cel	0-0.5, 20mg/l	2-3%	mA	type
Dr Lange	35	fotometrisch	0.02-10mg/l	2%vs	mA, RS	ja
Dr Thiedig	29,76	nat- / elektrochemisch	0-0.3, 1, 9.99mg/l	±3%	mA	nee
Fischer & Porter	24	galvanische cel	0-0.5, 1, 2, 5mg/l	5%vs	mA	nee
Hach	6,14					
Hycontrol	34		0-0.5,...10mg/l	±1%	mA,rel,pls(opt)	opt
IO Tronic	60	galvanisch	0-1,...5ppm			
Maihak	78					
Mesin	13	galvanische cel		0.001 mg/l	mA	nee
MSO	64					

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
Polymetron	36	elektrochemisch	1ppb-20ppm	5%gw	mA	ja
Radiometer	40	potentiometrisch	5-1000ppm	2%		
Rittmeyer	59					
Uniloc	63	polarografisch	0- 1,5,10,20mg/l	0.1 %vs	mA	ja
Wallace & Tiernan	2	galvanisch	0.001, 0.5...20ppm	4%vs	mA	nee
Yokogawa	80					
CZV						
Horiba	61		0-500ppm	5%vs	opt	opt
Maihak	78	UV-oxidatie/O_2-detektie	↓0.3mg/l		mA	
Miwa Electronics	69					
Pe-Bo	69					
Skalar	66	fotometrisch	↓5mg/l	2%	mA, mV, RS	ja
debiet (gas)						
Brooks	12	thermisch	↓10ml/min↑200l/min	1%	0-5V	nee
Cole Parmer	5	thermisch	↓0 ↑20l/min	1%vs	0-5VDC	
FCI	7	thermisch	0-30m/s	1%vs	mA	nee
Fischer & Porter	24	drijver	10-16500m^3/h	1%	mA	ja
		wervel	10-16500m^3/h	1%	mA	ja
Flonic-Schlumberger	51	rotor	↓13m^3 ↑1000m^3 of>		opt	nee
Flowtec	18	vortex/piezo of kapaciteif		1%gw	mA	
Flow Technology	71	turbine	↓2.5l/h ↑25000m^3/h	0.3%	mA(opt),pls	
GWF	79	turbine	2.5-400m^3/h	±2%	opt	
Hartman & Braun	29	delta-P/meetflens	div			
Hi-tec	37	thermisch	↓5ml ↑1000m^3/min	1%	mA(opt), 0-5V	nee
Höntzsch	76	turbine	0.5-40m/s	1.5%	pls	
Hydril	28	turbine	0.6-50m/s	±1-2%	mA	nee
Instromet	39	schoepenwiel	10-25000m^3/h	±1.5-2%	mA	ja
Rixen	8	pitotbuis/meetflens	variabel	0.5-1%vs	mA, mV	
Sieger	36					
Weber	31	thermisch	0.2-10,20m/s		mA	nee
debiet (water)						
Altometer	55	magnetisch-induktief	↑113000m^3/h		mA, pls	ja
		ultrasoon	↑113000m^3/h		mA, pls	ja
Badger	47	ultrasoon/doppler		0.2%	mA	nee
Brexel Brook	7	venturi/nivo		1%	mA	nee
Brooks	12,63	vlotter/nivo	afh. toepassing.			
		"micromotion"	↓0.025 ↑0.9kg/min	0.4%	mA	nee
Bopp & Reuther	52	magnetisch-induktief	0-1000m^3/h	1.5%	mA	ja
Cerlic	47	ultrasoon/nivo		0.2%	mA	nee
Cole-Parmer	5	rotor/elektromagnetisch	↓4 ↑4600l/min	0.25%gw		
		magnetisch-induktief	0.15-9 m/s	1%vs		
		ultrasoon/Doppler-effekt	0.15-6m/s	±2.0LSD	mA	
Controlotron	7	ultrasoon	0-12m/s	1%gw	mA, mV, pls	nee

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
Danfoss	41	magnetisch-induktief				
Data Industrial	7	impeller	10à12m/s	2%gw	mA, pls	
Emflux	11					
Endress & Hauser	18	magnetisch-induktief	0-4700l/min		mA	ja
		ultrasoon/nivo	0-3.5m	1%	0-10V, mA	ja
		vortex/piezo of kapacitief	1%gw	mA		
Eximag	18	magnetisch-induktief	↓15 ↑4710l/min	0.1-1%gw	mA, pls, RS	
Fischer & Porter	24	magnetisch-induktief	0-114000m^3/h of>	0.5-1%	mA	ja
		drijver (VADO-meter)	0-120m^3/h	2%	mA	ja
Flow Technology	71	turbine	0.2l/h..11000m^3/h	0.05%-1%	pls, mA(opt)	opt
GWF	79	vleugelrad				
Hartman & Braun	29	delta-P/meetflens	afh. toepassing			
Honywell	33	delta-P/meetflens	afh. toepassing	1%	mA	ja
Hydril	28	ultrasoon	0.5-10m/s	±1-3%	mA	
ICC	17	mechanisch	0.2-100l/min	4 à 5%vs	(tot 180l/min)mA	
ISCO	34	magnetisch-induktief				
Kay-Ray	63,77	ultrasoon				
Kent	42	magnetisch-induktief	1-10m/s	0.5%	mA	ja
Krohne	55	vlotter	↓5l/h			
Level Control	44	ultrasoon/nivo	0-1.5m	0.2-1%gw	mA	nee
Magnew	33	magnetisch induktief	↓0.005 ↑1000m^3/h	0.5%	mA	ja
Manning	69	ultrasoon/Doppler				
		ultrasoon/nivo				
Milltronics	34,42	ultrasoon/nivo	0.6-3m	1%	mA	nee
MJK Automation	60					
Monitek	3,44	magnetisch-induktief		±1%	mA	
ODS	52	borrelbuis/nivo	220-1500m^3/h	1%	mA	nee
QEL	19	venturi/diskrete nivometing	0-0.128, 5400m^3/h	5%		
Ramapo	11					
Rittmeyer	59	drukdoos/nivo			mA	ja
		ultrasoon			mA	ja
Santec	48	ultrasoon/doppler (open)	12m/s	0.5%	mA	ja
		ultrasoon/doppler (gesloten)	12m/s	0.5%	mA	ja
Spanner-Pollux	11					
Tokyo Keiki	11					
Turbo Messgerate	2	magnetisch-induktief	↓0.5l/h ↑800m^3/h	0.5%	mA	ja
		mechanisch		2%	mA	ja
Züllig	50	echometing/nivo			mA	

fosfaat

Applikon	5	fofometrisch	variabel		mA, mV, RS	nee
Skalar	66	fotometrisch	↓5µg/l	2%	mA, mV, RS	ja

geleidend vermogen

Ankersmit	3	elektrisch	0...200µS/cm	1%,1digit	100mV	
Beckman	63	elektrisch				
Behr	54		↓1µS/cm ↑20mS/cm			nee
Condukta	16,18		10µS/cm-15mS/cm	±2%	mA	type

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
Exner	38		↓10µS/cm↑500mS/cm	±10µS/cm	mA	
Great Lakes	32	elektrisch	µS, mS/cm		mA	ja
		magnetisch-induktief	µS, mS/cm		mA	ja
Horiba	61		0-1...1000µS/cm	1%vs	opt	opt
IO tronic	60				mA	ja
Jenway	59	elektrisch	0-200mS	±0.5%±2dig	mA, mV	
Kemotron	70		0.1mS/cm...20S/cm	1%	mA	ja
Kent	42	elektrisch/multi-elektrode	0.1µS/cm...S/cm		mA	ja
Knick	53		↑2S/cm	0.2%vs	mA, RS	ja
Kunze	76					
Leeds & Northrup	71	elektrisch	div		mA	ja
Maihak	78	elektromagnetische induktie	0...2S/cm	0.5%vs	mA	ja
Metrohm	5	elektrisch			mA, mV	
MSO	64					
Pfeilschifter	8				mA, mV	ja
Polymetron	36				mA	ja
Radiometer	40		0.013µS/cm-1300mS/cm		mV, RS	
Siemens	65		1µS/cm-100µS/cm	1.5%vs	mA	
TBI	30					
Uniloc	63	elektrisch	0-10µS/cm,40mS/cm	0.5%vs	mA	ja
WPA (Walden)	27		0-2.10^{-6}...1mS/cm	0.1%,2dig	V	nee
WTW	45,62,10		↓0.3µS/cm↑19mS/cm	±0.5%gw	mA	ja
Züllig	2	elektrisch			mV, mA	

ionen (d.m.v. ISE's)

Ankersmit	3
Conducta	16,18
EIL	42
Gamrad	3
Horiba	61
Ingold	53
Leeds & Northrup	71
Orion	5
Philips	57
Phoenix	5
Polymetron	36
Radiometer	40
Seibold	59
Simac	70
Skalar	66
WTW	62,10

Kjeldahl-stikstof

Applikon	5				mA, mV, RS	nee
Dohrman Xertex	69					
Euroglas	23	hydreermethode	1mg/l-14g/l		0-10mV	nee
Gerhardt	14	destruktie/destillatie/titr.		0.25%	RS	

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
kooldioxide						
ADC	70	IR-absorptie	0-10ppm, 100%	1%	div	ja
Analysis&Automation	32	IR-absorptie	0-100%		mA	ja
GMI	79					
Hartman & Braun	29	IR-absorptie	0-0.002, 100%	0.5%vs	mA	ja
		warmtegeleiding		groter dan bij IR-abs.		
Horiba	61	IR-absorptie	2ppm, 0-100%	1%vs	opt	opt
Inex	19	IR-absorptie	0-0.2v%	2%vs	mA	ja
IRI	34	IR-absorptie	0-200ppm	±1%vs	mV, V	
Kent	42	IR-absorptie			mA	ja
		thermisch/warmtegeleiding			mA	ja
Leeds & Northrup	71	IR-absorptie	0-100ppm, 0-100%	1%	mA	ja
		thermisch/warmtegeleiding	0-1...100%	1%	mA	ja
Maihak	78	IR-absorptie	0-0.002...100v%	0.5, 1%vs	mA	opt.
		warmtegeleiding	0-50%	0.2%vs	mA	opt.
Monitor Labs	19	IR-absorptie	0-400ppm	0.5%vs	mA, mV	
Riken	31	elektrochemisch			mA, V	
Sieger	36	IR-absorptie	5ppm, 5%	3%vs	mA	nee
Siemens	65	IR-absorptie	2ppm, 100%	1%	mA	
Thiedig	76	IR-absorptie	0-20v%	3%	mA, 0-2,10V	
LEL						
Blakell	76	katalytische verbranding	0-100%LEL			
GWS	76	katalytische verbranding	0-100%LEL			
Inex	19	IR-absorptie	0-100%LEL	2%gw	mA	ja
IRI	34	IR-absorptie	0-100%LEL	±1%vs	mV, V	
Rexnord	34	katalytische verbranding			mA	
Riken	31	elektrochemisch			mA, V	
Semetex	47	katalytische verbranding	0-100%LEL	5%vs	mA,rel,RS(opt)	nee
Sieger	36	IR-absorptie	0-100%LEL	3%vs	mA	nee
metalen (zware)						
	19	div				
methaan						
ADC	70	IR-absorptie	10ppm, 100%	1%	div	ja
Analysis&Automation	37	IR-absorptie	0-100%		mA	ja
Compur	13	katalytisch	0-100%LEL=0-5v%	2%	mA, 0-1V	nee
GMI	79					
Hartman & Braun	29	IR-absorptie	0-0.01,100%	0.5%	mA	ja
		warmtegeleiding		groter dan bij IR-abs.		
Horiba	61	IR-absorptie	2ppm, 0-100%	1%vs	(opt) mA, mV	opt
Inex	19	IR-absorptie	0-5v%	2%vs	mA	ja
IRI	34	IR-absorptie	2000ppm	±1%vs		
IST	34	katalytische verbranding	0-100...5000ppm	±5%vs		

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
Kent	42	IR-absorptie			mA	ja
		thermisch/warmtegeleiding	3-100%		mA	ja
Leeds & Northrup	71	IR-absorptie	0-500ppm	1%	mA	ja
Maihak	78	IR-absorptie	0-0.05...100v%	0.5%vs	mA	opt.
		warmtegeleiding	0-60%	0.2%vs	mA	opt.
Sieger	36	IR-absorptie	0-100v%	3%vs	mA	nee
Siemens	65	IR-absorptie	10ppm, 100%	1%	mA	
nitraat/nitriet						
Ankersmit/Gamrad	3	elektrochemisch	7.10^{-6}M-1M		mA, 0-100mV, RS	
Applikon	5	fotometrisch			mA, mV, RS	nee
Dr Lange	35	UV-absorptie	0-25, 50, 100mg/l	5%gw	mA, RS	ja
Ingold	53	elektrochemisch/ISE	10^{-5}-1mol/l		mA, RS	ja
Orion	5	elektrochemisch/ISE	0.1-20700ppm			
polymetron	36	fotometrisch	0-100ppm			
Skalar	66	fotometrisch	↓5μg/l	2%	mA, mV, RS	ja
nivo (slibdeken)						
Cerlic	47	IR-absorptie				
Eur-Control	22	optisch/4-stralen	0-20m (0.1-10gds/l)	0.5%vs	mA	
FCI	7	thermisch/warmtegeleiding	div	1%vs	mA	ja
Royce	34	ultrasoon	0.6-6m	3cm	mA, rel, RS	ja
Turbo	2					
nivo (water)						
Bestobell	17	ultrasoon	0-6m	1%	mA	ja
Brexel-Brook	7		0-40m			
Brooks	12	vlotter	0-5.4, 10.8m		mA	ja
Cerlic	47	ultrasoon		0.5%vs	mA	nee
Danfoss	41	ultrasoon	0-3m	0.2%gw	mA	ja
Druck	15,48	piëzo-resistief/druk	0-0.7m	0.3%	0-17mV	nee
Endress & Hauser	18	capacitief	diverse	2%gw	mA	ja
		drukopnemer	0-4, 12, 40, 160m	2%gw	mA	ja
		ultrasoon/echo			mA	ja
Eriks	20	vlotter/magnetisch	0-6m	1cm		nee
Exner	38	drukopnemer				
FCI	7	thermisch/warmtegeleiding	div	1%vs	mA	ja
Flygt	25	piëzo-resistief/druk	0.3-5m			
Fuji	30	druk				
Honeywell	33	druk	2.5mbar-210bar	0.1%vs	mA	
		ultrasoon/echo	0.15-1.5m	1mm	mA	
Kay-Ray	63,77	ultrasoon				
Kent	42	kapacitief			mA	nee
Krohne	55	vlotter			mA	ja
Masoneilan	46	vlotter/elektromechanisch	delta-3m	0.3%	mA	nee
Meridian	42	kapacitief	0-5.5(staaf),30(kabel)m	1%	mA, V	ja
Milltronics	34,42	ultrasoon	0.6-15m, div	±0.5%, 1%	mA, RS	ja

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
MJK	60	ultrasoon	delta-2m	0.5%	mA	ja
OTT	2	druk/keramisch-hybride IC	0-5,10,20,50m	0.4%vs	mA	nee
PMC	47	drukopnemer	1-200m	0.25%gw	mA	nee
Post	58	drukdoos	cm, m	0.3mm	mA	ja
Rosemount	63	drukopnemer	diverse	0.1%,0.25%	mA	nee
Santec	48	ultrasoon	delta-40m	0.5%	mA	ja
Transamerica	74	drukopnemer	0-0.35...3.5m	0.75%	mA	nee
Turbo Messgeräte	2	mechanisch		2 à 3%	mA	nee
Unimess	7	vlotter/elektromechanisch	0-6m		mA	nee
Van Essen	21	drukopnemer	1-10m	0.5%	RS	
		pneumatische schijf	1-10m	1%		
Vega	75	hydrostatisch/drukopnemer	0.25-70m	1%	mA, V	opt
		kapacitief	0.1-80m	2 à 3%	mA, V	opt
		ultrasoon	cm, m	2 à 3%	mA, V	opt
Züllig	50	borrelbuis	div	±2mm,±2%vs	mA	
		drukdoos	div		mA	
		ultrasoon/echo	0-2m	±1mm	mA	

Ph/mV

Ankersmit/Gamrad	3			10^{-3}pH,0.1mV	mA,0-100mV,RS	
Beckman	63					
Behr	64		0-14pH			nee
Cole Parmer	5		0-14pH; ±414mV	±0.01pH; ±3mV	mA	
Conducta	16,18		0-14pH, 1pH	±2%	mA	type
Crison	14		0-14pH	±0.01pH	mA, RS	
EIL	11,42					
Exner	38	automatische kalibratie	div	0.03pH	mA	
Foxboro	26		0-14pH	±0.1%	mA	nee
Great Lakes	32		0-14		mA	ja
Hach	6					nee
Hartman & Braun	29		0-14pH	±1%	mA	ja
Horiba	61		0-14pH	0.05pH	opt	opt
Hycontrol	34		2-12, 5-10pH, ±1V	±1%	mA,rel,pls(opt)	opt
IO Tronic	60		0-14			
Jenway	59		0-14, ±2V	0.01,0.1pH,1mV		
Kent	42					
Knick	53		div pH, ±1V	0.02pH,0.2mV	mA,RS	ja
Kuntze	76					
Leeds & Northrup	71		0-14pH		mA	ja
Maihak	78		0-14pH	1%	mA	ja
Mesin	13		0-14, 2-12pH	0.01pH	mA	nee
Metrohm	5				mA, mV, RS	nee
MSO	64		0-14pH; ±1999mV	0.05pH,±5mV	mA(opt.)	
Pfeilschifter	8		0-2, 2-12, 0-14pH	0.1pH	mA, 0-10V	ja
Philips	57					
Phoenix	5				mA, mV, RS	nee
Polymetron	36	mechanische reiniging	0-14pH, ±1.4V		mA	ja
Radiometer	40		0-14pH, ±1.5V	0.01pH,1mV	mV, RS	
Rittmeyer	68					
Siemens	65		0-14, ±1.3V		mA	

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
Simac	70		0-14pH		mV	ja
TBI	30					
Uniloc	63		0-14pH, 0.2-2.4V	0.01pH,±1mV	mA	ja
Wallace & Tiernan	2					
WPA	27		0-14pH	0.01pH	0-2V	nee
WTW	62,10		0-14pH, ±1V	±0.01pH,±1mV	mA	ja
Yokogawa	80					
Züllig	2,50					
respiratiesnelheid						
Edmund Bühler	64	H_2O_2-dosering, O_2-afname	0-100...1000mg/lh		mA	
YSI	5	galvanisch	3-250, 15-1250µlO2/h			
temperatuur						
Cole Parmer	5	bimetaal thermistor thermokoppel				
Consort	64					
Eriks	16	Pt100				
Gulton	73	Pt100	-100-200 °C	0.2%,0.1 °C	1mV/digit	
Hoffmann	70	div				
Hollerbaum	76					
IMPO Electronic	61					
I:O. Tronic	60	Pt100				
Kane-May	48					
Meridian	42	halfgeleider	-50-150 °C	±.5,±.1 °C	mA, V	ja
Pfeilschifter	8					
Philips	57	Pt100	±200 °C	0.1 °C	0-0.4V	
Rodax	71	Pt100	div			
Rosemount	63	Pt100 thermokoppel		0.1%, div.	mA	nee
Tempcontrol	72	Pt100	div	0.1 °C	mA	ja
Tillquist	75					
Williamson	30	IR-meting				
WPA (Walden)	27					
WTW	62	NTC	0-50 °C	0.1 °C	mA	ja
Yokogawa	80					
Züllig	50					
(T)(O)C						
Dohrman	63,69	UV-persulfaatoxidatie/IR-an.	0-1...2500mg/l	2 à 3%	0-1, 5V	nee
	69	katalytische verbranding	0.1-10000mg/l	±2%,±.04mg/l	RS	
Horiba	61	UV-oxidatie				
Ionics	30					
IPU	19	UV-oxidatie/IR-analyse	0-10, 10000mg/l	4 à 5%	mA	ja
Maihak	78	thermisch/katalytisch/IR-an.	0...10g/l	1%vs	mA, V(opt)	nee

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
		UV-oxidatie/IR-analyse	0...30g/l	1.5%	mA	nee
OI Corp	43	oxidatie/IR-analyse	↓20ppb ↑10000ppm	2%gw, 2ppb	mV	nee
TECAP	61					
Wösthoff	59					
T(O)X						
Dhorman Xertex	69	verbranding/coulometrisch	ppb, %			
toxiciteit						
Eur-Control	22	aktiefslib op drager (Toxiguard)				
Microbics	63	lichtgevende bakterien			0-10mV	
troebelheid / turbiditeit						
Cerlic	47	IR-absorptie	0-100%	1%vs	mA	nee
Dr Lange	35	opt. verstrooïng/waterstraal	TE/F 0.25-1000	5%gw	mA, RS	ja
Eur-Control	22	optisch/4-stralen	0.4-60g/l		mA, 0-5V	
Exner	38	optisch/lichtabsorptie, -verstooïng	NTU			
Fisher Scientific	3	optisch	0-1000NTU	1%vs	mA	nee
Great Lakes Ins.	32	optisch	NTU, FTU			
Horiba	61	kondensor	0-50FTU, 0-200ppm	2%vs	opt	opt
Instrumark	16	optisch/verstrooïng of absorptie		NTU, %	mA	type
Monitek	44	optisch/verstrooïng voorwaards	NTU, FTU, JTU	1%		
Optec	34	optisch/verstrooïng	0-1...200ppm DE	1%vs	mA, rel	ja
Partech	11	optisch/absorptie	FTU, 0-100%	2%vs	mA,V	nee
Rexnord	34	optisch/oppervlakteverstrooïng	0-2...2000NTU	<5%	mA	
Rittmeyer	68					
Siemens	65	optisch		1%	mA	
Sigrist	4	optisch/absorptie/waterstraal	0-20000NTU	1%	mA	nee
Yokogawa	80					
waterstofsulfide						
Bionics	19	galvanisch	0-10ppm		mA, 0-10mV	
Compur	13	galvanisch	0-30,50,100ppm	±2%	mA, 0-1V	nee
GMI	79					
Hartman & Braun	29	UV-absorptie	0-0.05,100%	1%vs	mA	ja
Interscan	19	galvanisch	0...100ppm	2%vs	mA, 0-100mV	
IST	34	katalytische verbranding	0-10...200ppm	5%vs		
Kent	42	IR-absorptie			mA	ja
Maihak	78	fotometrisch	2.5mg/l...50g/l	3%vs	mA, V(opt)	opt
Monox	76	elektrochemisch	0-50ppm	±5%	0-5V	
Riken	31	elektrochemisch	0-30ppm		mA, V	
Semetex	47	halfgeleider	0-99ppm	5%vs	mA,rel,RS(opt)	nee

TABEL 3.1 (vervolg)

grootheid /merk	leveranc.	principe	meetbereik	onnauwk.	signaaluitg.	galv.
zuurstof						
Ankersmit/Gamrad	3					
Anacon	30	zirconiumoxidecel (O_2 in gas)				
Beckman	63	galvanisch	0-2,10,20ppm		mA, mV	ja
Compur	13	galvanisch (O^2 in gas)	2-35%		mA, 0-1V	
Conducta	16	polarografisch/3-elektroden	0-20mg/l, 0-100%	±.15mg/l,±1%	mA	type
Consort	64		0-60mg/l	±0.1mg/l	0-200mV	
Danfoss	41	galvanisch	0-3,10,30ppm, 0-10,30,100%	±1%vs	mA	ja
EIL	11,42	galvanisch	0-3,10,30ppm,10,30,100%	5%gw	mA	nee
ETC	56	zirconiumoxidecel (O^2 in gas)	0-10...25%	±5%	mA, 0-10V	ja
Fuji	30	zirconiumoxidecel (O_2 in gas)				
Hartman & Braun	29	galvanisch	0-5,15mg/l	1%	mA	nee
Horiba	61	galvanisch	0.2-20ppm	0.001ppm	opt	opt
IO Tronic	60	galvanisch	0-20mg/l	1%	mA	nee
Kent	42	galvanisch	0...30ppm,0...100%	0.5%	mA	ja
Leeds & Northrup	81					
Maihak	78	paramagnetisch (O_2 in gas)	16-21v%	±0.2v%	mA, V(opt)	opt
		zirconiumoxidecel			mA, V(opt)	opt
Pfeilschifter	8	galvanisch	0-5,15mg/l, 0-100%	±2mg/l, ±5%	mA, mV	ja
Philips	57	polarografisch/2-elektroden	0-1...20mg/l	0.01mg/l	mA	ja
Rittmeyer	68					
Royce	34	galvanisch/zelfreinigend	0-3, 15mg/l	1%vs	0-1V	
Simac	70	galvanisch				
Siemens	65	elektrochemisch	0-15mg/l	1%vs	mA	
Uniloc	63	polarografisch	0-5,10,20mg/l	±0.1%vs	mA	ja
WTW	9,62,45	polarografisch	0...60mg/l, 0-100%	±.1mg/l,±1%	mA	ja
YSI	5	galvanisch	0-5,10,20mg/l, 0-100%	0.1mg/l; 2%		
Yokogawa	80	galvanisch	0-5,10,20mg/l		mA	ja
Züllig	50	galv./membraanloos/mech. reiniging	0-5,15mg/l	±.35mg/l±1d	mA, RS	

4 TOEPASSING VAN MEETINSTRUMENTEN BIJ DE WATERZUIVERING

4.1 Algemeen

4.1.1 Organisatie van de enquête

In overleg met DBW/RIZA werd een konceptenquête opgesteld. Dit koncept werd ter invulling en beoordeling aangeboden aan een zuiveringsschap, een provinciale waterkwaliteitbeheerder en twee onafhankelijke medewerkers van de vakgroep Waterzuivering van de LUW. Van het zuiveringsschap is geen respons ontvangen, de rest heeft de enquête ingevuld en van kommentaar voorzien. Op basis van de proefenquête en het kommentaar werd in overleg met DBW/RIZA de definitieve versie opgesteld. De enquête werd verzonden op 5 juni 1987 naar 20 regionale waterkwaliteitbeheerders en 11 industriële waterzuiveraars (totaal 31). Voor de verzendlijst: zie bijlage 3. De zending (bijlage 4) bevatte de volgende bescheiden:

- een brief aan de geadresseerde, waarin aanleiding voor en opzet van het onderzoek werden toegelicht;
- een toelichting op het enquêteformulier;
- het enquêteformulier zelf, bestaande uit drie delen te weten een A-, B- en C-formulier (10 eksemplaren van het C- formulier);
- een portvrije antwoordenvelop.

Op 10 juli 1987 werd een herinnering (bijlage 5) verzonden waarbij tevens werd meegedeeld dat de uiterste inleverdatum naar 17 augustus 1987 was verschoven. Echter het laatste enquêteformulier dat in dit rapport is verwerkt kwam binnen in december 1987. In november 1987 werden twee zuiveringsinrichtingen (resp. 750000 ie en 300000 ie) bezocht om ter plaatse een formulier in te vullen. Deze inrichtingen resorteren onder een zuiveringsschap dat niet in staat was binnen redelijke termijn een overzicht te krijgen van alle voor de enquête benodigde gegevens over haar zuiveringsinrichtingen.

4.1.2 Toelichting op het enquêteformulier

Zie bijlage 4. De bedoeling van de enquête was de meetinstrumenten en de ervaring met deze instrumenten te inventariseren bij afvalwaterzuiveringsinrichtingen. In dit verband is de definitie die in dit onderzoek werd gegeven voor een meetinstrument van belang: een instrument dat informatie direkt uit een objekt ontleent en deze informatie zodanig presenteert dat men de te bepalen grootheid kan afleiden (zie enquêteformulier bijlage 4). Deze definitie moest ertoe leiden dat respondenten uitsluitend nadere gegevens zouden verstrekken over apparaten die in principe geschikt zijn voor in-proces meting en direkte koppeling aan meet- en regelapparatuur.
Op formulier B moesten alle grootheden die worden bepaald in de eerste kolom worden aangekruist. Dus zowel grootheden die direkt in het proces met een daarvoor bestemd instrument als grootheden die in een centraal laboratorium via chemische analyses worden bepaald.
In de tweede kolom dienden grootheden te worden aangekruist die d.m.v. een meetinstrument worden bepaald ongeacht of deze bepaling in het laboratorium dan wel in-proces plaatsheeft. Grootheden die met een meetinstrument in het laboratorium worden bepaald komen in principe ook voor in-proces meting met dat instrument in aanmerking.
In de derde kolom moest alleen een kruisje worden geplaatst indien het meetinstrument in het proces meet.

Bij de juiste interpretatie van deel B van het enquêteformulier zou bij iedere grootheid of niets of kolom 1 of kolom 1+2 of kolom 1+2+3 zijn aangekruist.
Uitsluitend voor meetinstrumenten die direkt in het proces meten (kruisje geplaatst in de derde kolom bij de korresponderende grootheid) werd gevraagd een C-formulier in te vullen. Verder werd gevraagd, indien van één instrument meerdere types in omloop waren, per type een C-formulier in te vullen.

4.1.3 Respons op de enquête

Tabel 4.1 geeft een overzicht van de respons.

TABEL 4.1 Respons enquête meetinstrumenten.

	aangeschreven	respons	%
regionaal	20	15	75
industrieel	11	5	.45
totaal	31	20	65

TABEL 4.2 Totaal aantal betrokken zuiveringen.

regionaal	237
industrieel	5
totaal	242

In het vervolg van dit rapport zal geen onderscheid worden gemaakt tussen regionale waterkwaliteitbeheerders en industriele waterzuiveraars. Evenmin zal onderscheid worden gemaakt tussen verschillende typen zuiveringsprocessen.

4.2 Resultaten enquête

4.2.1 Grootheden die worden gemeten

In deze paragraaf wordt de respons op formulier B samengevat. Tabel 4.3 geeft het totaal van de telling. Is het getal 20 achter een grootheid vermeld, dan wil dat zeggen dat alle twintig respondenten de betreffende grootheid meten.

TABEL 4.3 Respons op formulier B: grootheden die worden gemeten (kolom 1), grootheden die m.b.v. een meetinstrument worden gemeten (kolom 2) en grootheden die met een meetinstrument bij het proces worden gemeten (kolom 3).

gemeten grootheid	totaal aantal malen vermeld		
	kolom 1	kolom 2	kolom 3
ammoniumkoncentratie	19	9	3
BZV	20	8	0
CZV	20	9	0
debiet water	20	20	20
filtreerbaarheid	6	2	0
gasproduktie / -verbruik	13	13	13
gassamenstelling	11	8	4
geleidingsvermogen	3	3	3
gloeirest	3	0	0
Kjeldahl-stikstof	20	9	0
nitraatkoncentratie	19	11	2
nitrietkoncentratie	19	11	0
nivo water	16	16	16
nivo slibdeken	11	11	11
org. mikroverontreinig.	11	5	0
(ortho)fosfaat	18	12	2
pH	20	18	17
redoxpotentiaal	6	2	1
respiratiesnelheid	10	5	0
restchloorgehalte	13	7	6
slibkoncentratie	20	11	9
slibvolume-indeks	20	4	0
temperatuur	20	20	20
TOC	5	3	1
toxiciteit	8	1	0
troebelheid, turbiditeit	9	5	4
vluchtige vetzuren	11	4	0
waterstofsulfide	14	11	6
windsnelheid, -richting	2	2	2
zuurstofkoncentratie	19	18	18
zware metalen	15	8	0
zwevende stof	18	6	3

De grootheden 'bezinksel', 'chloride', 'cyanide', 'LEL', en 'zuurstof in gas' werden slechts éénmaal vermeld. Zij zijn in het vervolg van dit rapport buiten beschouwing gelaten.

Uit tabel 4.3 blijkt dat een aantal grootheden door vrijwel alle respondenten wordt gemeten. Deze grootheden zijn in tabel 4.4 samengevat. In deze tabel is ook vermeld in hoeveel procent van de gevallen een meetinstrument is gebruikt. Bovendien is aangegeven in welk percentage van de gevallen het een in-proces meting betreft.

TABEL 4.4 Grootheden die in 90% van de gevallen worden gemeten. % van de gevallen waarin een meetinstrument wordt gebruikt. % van de gevallen waarin dit meetinstrument in-proces wordt toegepast.

gemeten grootheid	meetinstrument %	In-proces %
ammonium	47	16
BZV	40	0
CZV	45	0
debiet water	100	100
Kjeldahl-stikstof	45	0
nitraat	58	11
nitriet	58	0
(ortho)fosfaat	67	11
pH	90	85
slibkoncentratie	55	45
slibvolume-indeks	20	0
temperatuur	100	100
zuurstof	95	95
zwevende stof	33	17

Het blijkt dat van de veelvuldig gemeten grootheden er een aantal zijn die in meer dan 50% van de gevallen met een meetinstrument worden gemeten, te weten: ammonium, debiet, nitraat, nitriet, pH, temperatuur en zuurstof. Van deze grootheden worden vooral debiet, pH, temperatuur en zuurstofkoncentratie in-proces gemeten.

4.2.2 Merken

Specifieke gegevens over een meetinstrument werden alleen gevraagd als het meetinstrument bij de zuivering, d.w.z. in-proces, werd toegepast (formulier C).
Tabel 4.5 geeft per grootheid de merken van de gebruikte instrumenten. Bij elk merk is vermeld het aantal in gebruik zijnde eksemplaren van alle respondenten samen. In enkele gevallen heeft een respondent geen aantal vermeld. In deze gevallen is het aantal op groter dan of gelijk aan 1 (>1) gesteld.

TABEL 4.5 Merk en aantal van meetinstrumenten die geplaatst zijn bij de zuiveringsinrichting (in-proces).

gemeten grootheid	merk instrument	aantal exempl.
ammonium en nitraat	Dr Lange	3
	Lovibond	31
	Philips	1
	Technikon	5
	onbekend	2
	totaal	42

Tabel 4.5 (vervolg)

gemeten grootheid	merk instrument	aantal exempl.
debiet water	Altoflux	50
	Anubar?	1
	Arkon	1
	Bopp & Reuther	1
	Brooks	1
	Copax?	2
	Danfoss	11
	E+H	>83
	Emflux	>2
	Fischer & Porter	5
	Hartman & Braun	1
	Manning	11
	Rittmeyer	2
	Spanner Pollux	45
	Remag	2
	Vega	8
	Züllig	3
	onbekend	>5
	totaal	>231
gasproduktie / -verbruik	Aezener	19
	Instromet	28
	Dordrecht	16
	E+H	1
	FCI	6
	FTV?	2
	Quanto?	21
	Vega	1
	onbekend	10
	totaal	104
geleidingsvermogen	Conducta	2
	Philips	1
	totaal	3

Tabel 4.5 (vervolg)

gemeten grootheid	merk instrument	aantal exempl.
nivo water	E+H	>33
	Flygt	>6
	Level Control	8
	Maelger?	2
	Rittmeyer	>7
	Roboflot?	>1
	Vega	41
	onbekend	3
	totaal	101
nivo slibdeken	Arcon?	1
	Biospherics?	1
	E+H	3
	Eur-Control	3
	FCI	2
	Krohne	19
	Monitek	5
	Rittmeyer?	1
	onbekend	3
	totaal	38
pH	Conducta	2
	EIL	1
	Foxboro	>1
	Orion?	1
	Philips	7
	Polymetron	2
	Yokogawa	22
	onbekend	>1
	totaal	37
restchloor	Memdos	1
	Wallace & Tiernan	>4
	totaal	>5
slib-, zw. stofgehalte	Berthold	6
	Bestobell-Mobrey	4
	Eur-Control	9
	Hach	6
	Gronert	1
	Mettler?	3
	Partech	1
	Shimatsu?	3
	onbekend	20
	totaal	53

Tabel 4.5 (vervolg)

gemeten grootheid	merk instrument	aantal exempl.
temperatuur	De Wit	8
	Econosto	3
	E+H	2
	Jumo?	1
	Mangels?	4
	Niaff-Smit	17
	Philips	4
	Pistorius	>1
	Pollux	1
	Vega	1
	onbekend	20
	totaal	>62
troebelheid, turbiditeit	Eur-Control	4
	Hach	1
	Sigrist	6
	onbekend	>1
	totaal	>12
waterstofsulfide	Compur	17
	Draeger	6
	General Monitors	4
	IST	1
	totaal	28
zuurstofkoncentratie	Conducta	10
	Danfoss	31
	EIL	80
	Philips	>34
	QMI?	4
	Rexnord	3
	WTW	17
	Yellow Springs	5
	Züllig	>18
	totaal	>204

Bij elk merk werd gevraagd naar de naam van de leverancier van het meetinstrument. Deze namen blijken goeddeels overeen te komen met de opsomming in tabel 3.1.

4.2.3. Beoordeling

In vraag 11 van de enquête werd gevraagd of het instrument aan de eisen voldeed en zoniet om welke reden. Tabel 4.6 geeft een overzicht van de antwoorden.

TABEL 4.6 Beoordeling meetinstrumenten. In de derde kolom staat het aantal C-formulieren waarop het gegeven merk is vermeld, dus het aantal keren dat het gegeven merk is beoordeeld. De vierde kolom geeft het aantal keren dat het betreffende merk onvoldoende scoort. Kolom 5 geeft aan met betrekking tot welke specifikatie(s) het instument niet voldoet.

gemeten grootheid	merk instrument	aantal beoord.	voldoet niet	onvoldoende m.b.t.
ammonium en nitraat	Dr Lange	2	0	
	Lovibond	4	0	
	Philips	1	1	betrouwbaarheid
	Technikon	2	0	
	eigen fabrikaat	1	0	
debiet water	Altoflux	16	2	betrouwbaarheid nauwkeurigheid kalibratie stroomverbruik
	Anubar?	1	1	nauwkeurigheid
	Arkon	1	0	
	Bopp & Reuther	1	0	
	Brooks	1	0	
	Copax(=Züllig?)	1	0	
	Danfoss	1	0	
	E+H	35	3	nauwkeurigheid storingsgev. vervuiling
	Emflux	2	1	stabiliteit
	Fischer & Porter	1	0	
	Hartman & Braun	1	0	
	Manning	2	0	
	Rittmeyer	1	1	betrouwbaarheid
	Spanner Pollux	8	4	betrouwbaarheid nauwkeurigheid
	Remag	1	0	
	Vega	4	3	betrouwbaarheid nauwkeurigheid degelijkheid
	Züllig	2	1	nauwkeurigheid vochtbest.heid
	onbekend	5	2	degelijkheid
gasproduktie / -verbruik	Aezener	1	0	
	Instromet	11	2	betrouwbaarheid vervuiling
	Dordrecht	12	0	
	E+H	1	0	
	FCI	1	0	
	FTV?	1	0	
	Quanto?	1	0	
	Vega	1	0	
	onbekend	3	0	
geleidingsvermogen	Conducta	2	0	
	Philips	1	0	

Tabel 4.6 (vervolg)

gemeten grootheid	merk instrument	aantal beoord.	voldoet niet	onvoldoende m.b.t.
nivo water	E+H	11	1	betrouwbaarheid
	Flygt	3	1	betrouwbaarheid vochtbest.heid
	Level Control	1	1	betrouwbaarheid
	Maelger?	1	0	
	Rittmeyer	3	0	
	Roboflot?	1	0	
	Vega	12	0	
	onbekend	3	0	
nivo slibdeken	Arcon?	1	0	
	Biospherics?	1	0	
	E+H	2	0	
	Eur-Control	3	1	vervuiling
	FCI	1	1	regeling
	Krohne	2	0	
	Monitek	2	1	regeling
	Rittmeyer?	1	0	
	onbekend	3	1	
pH	Conducta	2	0	
	EIL	1	1	
	Foxboro	1	1	vervuiling
	Orion?	1	0	vocht
	Philips	4	0	
	Polymetron?	1	0	
	Yokogawa	11	0	
	onbekend	1	0	
restchloor	Memdos	1	0	
	Wallace & Tiernan	3	1	onderhoud onderdelen
slib-, zw.stofgehalte	Berthold	3	0	
	Bestobell-Mobrey	4	0	
	Eur-Control	4	0	(kalibratie) vervuiling
	Gronert	1	0	
	Krohne	1	1	betrouwbaarheid
	Mettler?	1	0	
	Partech	1	0	(kleurgev.heid)
	Shimatsu?	1	0	
temperatuur	De Wit	1	0	
	Econosto	2	0	
	E+H	1	0	
	Jumo?	1	1	onderdelen
	Mangels?	1	1	onnauwkeurig
	Niaff-Smit	1	0	
	Philips	2	0	
	Pistorius	1	0	

Tabel 4.6 (vervolg)

gemeten grootheid	merk instrument	aantal beoord.	voldoet niet	onvoldoende m.b.t.
	Pollux	1	0	
	Vega	1	0	
	onbekend	7	0	
troebelheid, turbiditeit	Eur-Control	2	0	
	Hach	2	0	(gewijzigd)
	Sigrist	2	0	
	onbekend	1	0	(betrouwbaarh.)
waterstofsulfide	Compur	2	0	
	Dräger	3	0	
	General Monitors	2	0	
	IST	1	1	betrouwbaarheid degelijkheid
zuurstofkoncentratie	Conducta	2	0	
	Danfoss	7	1	betrouwbaarheid vochtbest.heid
	EIL	22	3	betrouwbaarheid gevoel. vervuil. kalibratie
	Philips	6	1	betrouwbaarheid onderdelen
	QMI	1	1	kalibratie nauwkeurigheid prijs reproduceerbh.
	Rexnord	1	0	
	WTW	6	0	
	Yellow Springs	2	0	
	Züllig	8	3	betrouwbaarheid

4.2.4 Doel van de meting

Tabel 4.8 geeft een samenvatting van de antwoorden op vraag 14 naar het doel van de meting.

TABEL 4.8 Doel van de toepassing van het meetinstrument. Vermeld is het aantal malen dat een doeleinde genoemd is.

gemeten grootheid	aantal genoemde doeleinden kontrole	registratie	regeling	anders
ammonium en nitraat	7	3	1	0
debiet water	56	97	22	0
gasproduktie/verbruik	22	23	0	0
geleidingsvermogen	3	3	0	2
nivo water	7	13	21	1
nivo slibdeken	8	4	9	0
pH	16	11	9	0
restchloor	2	1	3	0
slib-, zw.stofgehalte	12	6	10	0
temperatuur	17	12	5	1
troebelheid	5	5	3	0
waterstofsulfide	8	2	1	0
zuurstofkoncentratie	41	49	42	0

De gevallen onder "anders" zijn alle alarmmeldingen.
Het blijkt dat vooral metingen van debiet water, nivo water en zuurstofkoncentratie regeldoeleinden dienen.

4.2.5 Verwerking van de meetgegevens

In vraag 15 van de enquête werd gevraagd of het instrument kontinu (d.w.z. ononderbroken gedurende ten minste één etmaal) dan wel diskontinu werd toegepast. In vraag 16 werd naar de wijze van registreren van de meetgegevens gevraagd. Tabel 4.9 geeft een overzicht van de antwoorden.

TABEL 4.9 Kontinue (K) dan wel diskontinue (D) verwerking van meetgegevens en wijze van registratie. Vermeld is het totale aantal malen dat een antwoord op de C-formulieren is aangekruist.

gemeten grootheid	K	D	aflezing	teller	schrijver	printer
ammonium en nitraat	5	4	3		5	1
debiet water	86	9	72	3	86	13
gasproduktie/verbruik	31	2	30		9	
geleidingsvermogen	3		1		3	1
nivo water	25		14	4	15	2
nivo slibdeken	13	3	8	1	5	
pH	14	4	15		12	1
restchloor	3		3		2	
slib-, zw.stofgehalte	8	8	15	1	6	
temperatuur	17	2	14		9	
troebelheid	7	4	5		6	1
waterstofsulfide	2	6	8	1	2	
zuurstofkoncentratie	51	5	31	2	52	

Het blijkt dat het vastleggen van meetgegevens vooral plaatsheeft door aflezen en door middel van schrijvers. Er wordt relatief weinig gebruik gemaakt van printers.
In geen enkel geval wordt melding gemaakt van datalogging op een magnetische informatiedrager.

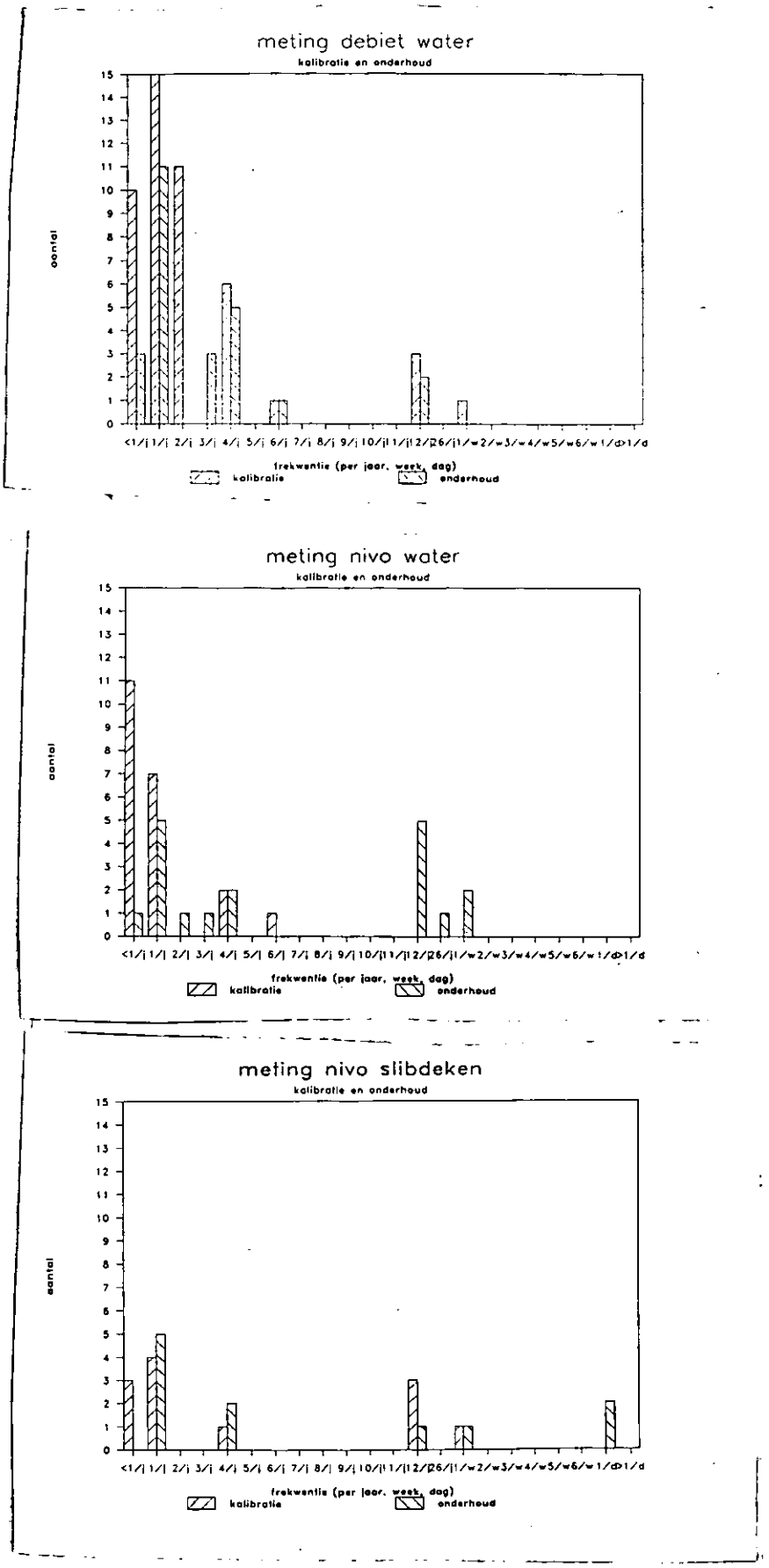
4.2.6 Kalibratie, reiniging en onderhoud

De vragen 20 t/m 24 van de enquête behandelen kalibratie, reiniging en onderhoud van de meetinstrumenten die bij de zuivering zijn opgesteld.

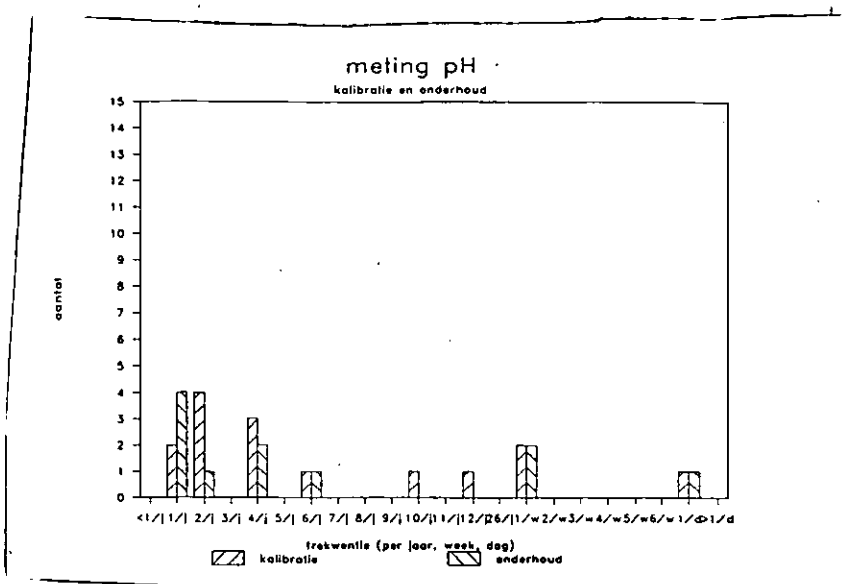
Figuur 4.1 geeft voor de relevante grootheden een overzicht van de vermelde kalibratie- en onderhoudsfrekwenties. Het 'aantal' geeft het totaal aantal malen dat een bepaalde frekwentie is vermeld.

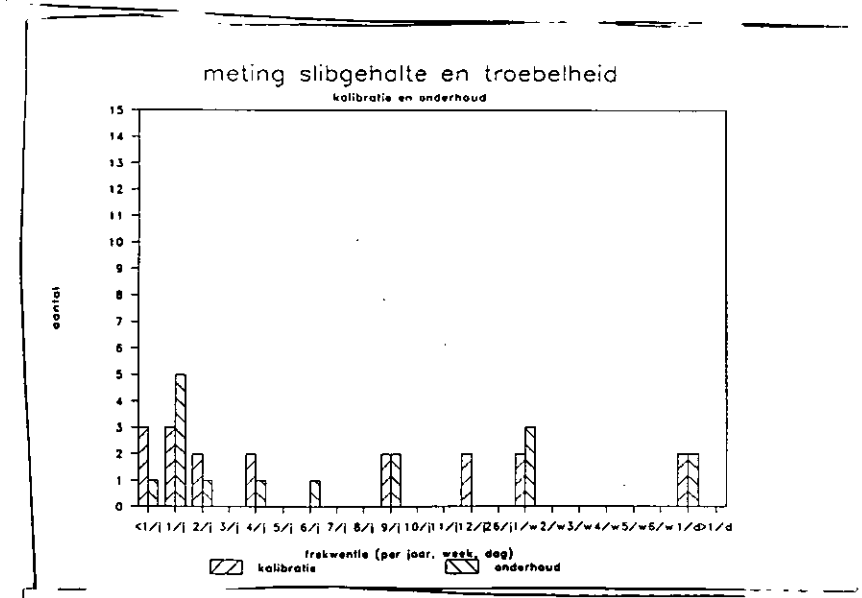
Het blijkt dat debiet-, temperatuur-, nivometers relatief weinig kalibratie en onderhoud vragen, dit in tegenstelling tot zuurstofkoncentratiemeters. Verder is uit de antwoorden gebleken dat men weinig inzicht heeft in de frekwentie van kalibratie en onderhoud van de gebruikte meetinstrumenten.

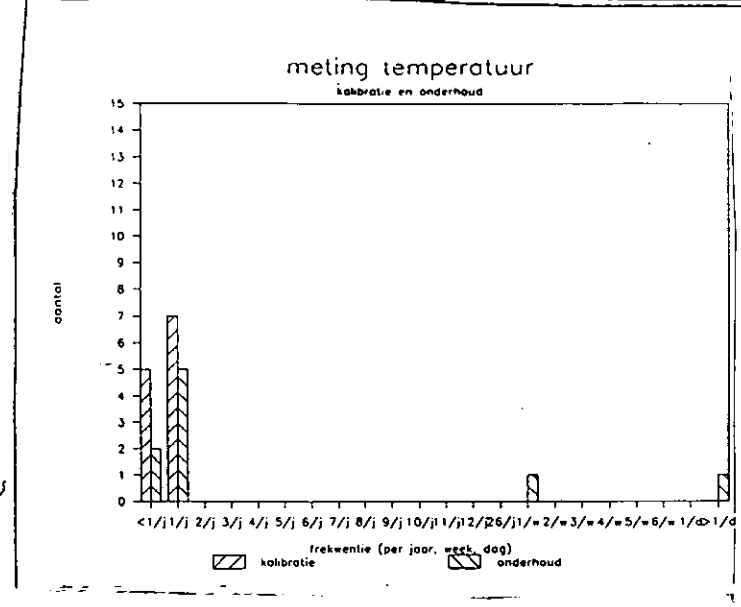
Tabel 4.10 toont hoe de verdeling is over onderhoud door eigen personeel en onderhoud door derden.

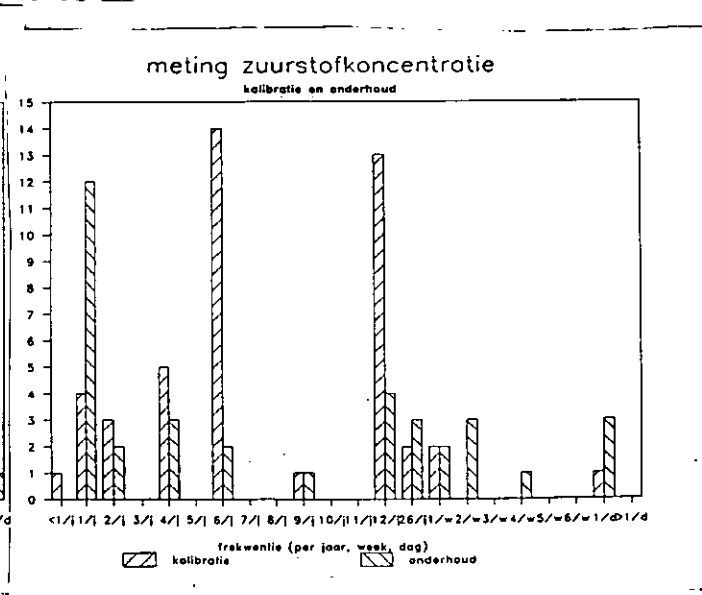


FIGUUR 4.1 Frekwentie van kalibratie en onderhoud van meetinstrumenten die in-proces worden toegepast.









FIGUUR 4.1 (vervolg)

TABEL 4.10 Onderhoud door eigen personeel en door derden.

meetinstrument voor:	% eigen pers.	% derden	eigen pers. en derden
debiet water	55	35	10
gasproduktie / -verbruik	58	42	0
nivo water	83	9	7
nivo slibdeken	92	8	0
pH	73	20	6
restchloor	100	0	0
slibgehalte en troebelheid	74	16	10
temperatuur	100	0	0
zuurstofkoncentratie	92	6	2

Meetinstrumenten waarbij voor onderhoud relatief weinig een beroep gedaan wordt op derden zijn meters voor water- of slibdekennivo, temperatuur en zuurstofkoncentratie.

Het onderhoud bestaat uit: het handmatig reinigen van sensoren of het vervangen van een onderdeel. Slechts bij één type instrument wordt melding gemaakt van automatische reiniging. Het betreft een membraanloze zuurstofsensor waarbij een roterende slijpsteen het elektrodeoppervlak kontinu reinigt.

4.2.7 Regeling

In het geval regeling (een van) de doelstelling(en) was, dienden de vragen 17 t/m 20 over de regeling beantwoord te worden. De antwoorden zijn in deze paragraaf samengevat.

TABEL 4.11 Antwoord op de vraag of de regeling automatisch dan wel handbediend is. In de kolommen staat het totale aantal malen dat een antwoord op een C-formulier is aangekruist.

gemeten grootheid	automatische regeling	handbediende regeling
ammonium en nitraat	0	1
debiet water	29	4
gasproduktie / -verbruik	3	0
nivo water	23	0
nivo slibdeken	13	1
pH	8	1
restchloor	3	0
slib-, zw.stofgehalte	8	3
temperatuur	5	1
troebelheid	3	0
waterstofsulfide	0	1
zuurstofkoncentratie	47	5

Uit de tabel blijkt dat het slibgehalte in verhouding vaker dan andere grootheden met de hand geregeld wordt.
Handregeling van het debiet, waarbij de ingreep niet vaker dan éénmaal per dag

plaatsheeft, wordt toegepast bij regenweeraanvoer. De frekwentie van de handregeling van de zuurstofkoncentratie is 1 tot 2 maal per dag.

Tabel 4.12 laat zien waarop de regelaktie wordt uitgeoefend (regelorgaan) en welke grootheden geregeld worden.

TABEL 4.12 Regelorgaan. In de kolommen staat het totale aantal malen dat een antwoord op het C-formulier is aangekruist. Verklaring van de letters:
regelorgaan voor:
a = influent- en effluentdebiet
b = retour- en spuislibdebiet
c = beluchting

gemeten grootheid	a	b	c	anders, namelijk
debiet water	13	15	5	8 doseerinr, monstername
gasproduktie / -verbruik				5
nivo water	44	1		3 roosterharken
nivo slibdeken	2	10	2	
pH	7		1	6 doseerinrichting
restchloor				3 doseerinrichting
slib-, zw.stofgehalte	5		9	1 doseerinrichting
temperatuur	2			4 verwarming tank
troebelheid	1	1	2	1
zuurstofkoncentratie			50	

Uit de tabel blijkt dat de beluchter de meest geregelde eenheid is.

5 DISKUSSIE, KONKLUSIES EN AANBEVELINGEN

Aan de hand van een aantal aktiviteiten is getracht een overzicht te verkrijgen van de toepassing van meetinstrumenten bij de afvalwaterzuivering. In de enquête bij beheerders van zuiveringsinrichtingen waren de centrale vragen of en zo ja welke meetinstrumenten bij de zuivering toegepast worden, welk doel men hiermee tracht te bereiken en hoe betrouwbaar de desbetreffende instrumenten zijn. Bij de inventarisatie van het marktaanbod ging het om een overzicht van meetinstrumenten die voor in-proces meting zijn te gebruiken. Het literatuuroverzicht was bedoeld om inzicht te verkrijgen in ontwikkelingen die wellicht op korte of lange termijn in de praktijk toegepast kunnen worden en om een oordeel te krijgen over de betrouwbaarheid van de meetinstrumenten.

Uit de enquête bij beheerders van zuiveringsinrichtingen is gebleken dat meetinstrumenten voor debiet, gasproduktie- / verbruik, waternivo, pH, temperatuur en zuurstofkoncentratie worden toegepast. Andere meetinstrumenten worden slechts incidenteel bij de zuiveringsinrichtingen toegepast en, op wat grotere schaal, in de laboratoria. Voor regeldoeleinden komen vooral de metingen van debiet, nivo en zuurstofkoncentratie in aanmerking. De regeling is beperkt tot een deel van het zuiveringsproces zoals b.v. het reinigen van een rooster en het beïnvloeden van de beluchting. Gekonstateerd kan worden dat de meeste instrumenten aan de eisen voldoen. Verder is gebleken dat men weinig inzicht heeft in de frekwentie van kalibratie en onderhoud van de gebruikte meetinstrumenten.

De enquête heeft slechts een globaal beeld opgeleverd van de betrouwbaarheid van meetinstrumenten. Vergelijking van meetinstrumenten op basis van de verzamelde gegevens is niet mogelijk. Het is gebleken dat een schriftelijke enquête niet het meest geschikte middel is om hierin inzicht te krijgen.

In de enquête is geen vraag opgenomen naar de behoefte aan nieuwe meetinstrumenten. De indruk bestaat echter, dat de belangstelling vooral uitgaat naar een toximeter en naar een betrouwbare meter voor het aktiefslibgehalte. Er is vooral behoefte aan toximeters die inzicht geven in het effekt van afvalwater op aktiefslib.

Uit het literatuuroverzicht blijkt dat belangrijke grootheden als aktiefslibgehalte, ammonium-, nitraat- en fosfaatkoncentratie, CZV, TOC en respiratiesnelheid in beginsel met een meetinstrument te bepalen zijn. De toepassing van deze instrumenten gaat echter met zoveel komplikaties gepaard dat gebruik op grote schaal (nog) niet voor de hand ligt.

Het marktaanbod van meetinstrumenten is vastgesteld op basis van dokumentatie en telefonisch verkregen informatie. Bij diverse leveranciers kon de dokumentatie op een aantal punten geen uitsluitsel geven. Bij telefonische navraag bleek dat veel leveranciers slecht op de hoogte zijn van de in dit onderzoek gevraagde specifikaties. Binnen de aangegeven randvoorwaarden is een (gedateerd) overzicht ontstaan van leverbare meetinstrumenten met enkele specifikaties.

Het verdient aanbeveling om meetinstrumenten van verschillende fabrikaten door één laboratorium te laten vergelijken en op een aantal punten te testen.

In het buitenland worden bij een aantal praktijkinstallaties automatische regelingen uitgetest (zie bijvoorbeeld referentie [34], bijlage 1). Het verdient aanbeveling om ook in Nederland regelingen op praktijkschaal uit te testen bij een of meerdere representatieve zuiveringsinrichtingen.

BIJLAGE 1: Referenties literatuuronderzoek

1. Allman, C.E., Khilnani, G., Poison resistant combustible gas sensors.,Advances in Instrumentation, 38, 399-406, 1983
2. APHA,Standard methods for the examination of water and wastewater.,American Public Health Association, 15th ed., 1980
3. APWA Research Foundation, Comparison of field testing of DO analysers., American Public Works Association, Chicago, Illenois, 1982
4. Arthur, R.M., Activated sludge control series. New concepts and practices in Activated sludge proces control, Ann Arbor Science, 1982
5. Axt, G.,Ergebnisse kontinuierlicher Toxicitaetsmessungen mit Bakterien.,Vom Wasser, 41, 409-414,1973
6. Baba, K., Ishii, J., Nogita, S.,Ultrasonic monitoring of sewage sludge coagulation during chemical conditioning,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 645-648,1985
7. Balanchandran, W., Briggs, R.,Ultrasonic sensors for monitoring flows and sludge solids concentrations in water and waste water treatment.,Wat. Sci. Tech., 13, 581-588,1981
8. Barton, D.A., McKeown, J.J.,Experiences with recently developed dissolved oxygen instrumentation monitoring a paper industry wastewater treatment plant,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 539-542,1985
9. Baskerville, R.C., Gale, R.S.,A simple automatic instrument for determining the filtrability of sewage sludges.,Wat. Pollut. Control, 67, 233,1968
10. Beaubien, A. et. al.,A flow microcalorimetry investigation of the toxicity effects induced by aliphatic alcohols in a heterogeneous aerobic culture.,Wat. Res., 19, 747-755,1985
11. Beaubien, A., Joliecoeur, C.,Applications of flow microcalorimetry to process control in biological treatment of industrial wastewater.,J. Water Pollut. Control Fed., 57, 95-100,1985
12. Ben-Yaakov, S., Ben-Asher, Y.,Continuous measurements of dissolved oxygen in water culture by a self-calibrating monitor.,Wat. Res., 16, 169-172,1982
13. Bosman, J.,Evaluation of H2S analyser Compur 4120 Statox.,Report TNO-IWECO,1987
14. Brattka, B. Schwartz, F.,Automatisierung der Klaerprozesses unter verwendungsverschiedener Mess- und Regelsysteme.,Chemie Technik, 9, 289-294,1980
15. Briggs. R.,On-line analytical instrumentation in the water industry.,Measurement and control, 16, nrs 3 and 4,1983
16. Briggs, R.,Automation aspects of wastewater treatment plant design and operation.,Wat. Sci. Tech., 16, 673-685,1984
17. Briggs, R.,Instrumental methods of monitoring and control of water and waste-water treatment processes.,IAS, 39-53,1981
18. Brown, G.M. et.al.,An on-line monitor for flocculation control., Proceedings 4th IAWPRC Workshop, Houston, 239-245, 1985
19. Buisman C.J.N. et.al.,Control of a sulphur producing reactor.,Proceedings 4th European Congress on Biotechnology, Amsterdam, 89,1987
20. Cairns, J., Van der Schalie, W.H.,Biological monitoring. Part I - Early warning systems.,Water Res., 14, 1179-1196,1980
21. Campbell, H.W., Crescuolo, P.J.,automatic control of polymer addition for sludge conditioning,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 383-390,1985
22. Cernia, E., Petronio, B.M., Massimi, R.,Biosensor for pesticide detection.,Proc. 4th European Congress on Biotechnology, vol. 3, 205-207,1987
23. Charpentier, J., Florentz, M., David, G.,Oxidation reduction potential (ORP) regulation: a way to optimize pollution removal and energy savings in the low load activated sludge process.,Wat. Sci. Tech., 19, 645-655,1987
24. Chen, C.Y. et.al.,Response of dissolved oxygen to changes in influent organic loading to activated sludge systems.,Wat. Res., 14, 1449,1980
25. Clarke, A.N. et. al.,Development of a continuous respirometer.,Water Res., 12, 799-804,1978
26. Cnobloch, H. et.al.,Continuous monitoring of heavy metals in industrial wastewater.,Analyt Chim Acta, 114, 303, 1980
27. Crook, B.V., McEwen, B.A.,Operational benefits of using reduction-oxidation potential in septic control.,Wat. Pollut. Control, 86, 20-33,1987

BIJLAGEN

1. REFERENTIES LITERATUURONDERZOEK
2. LEVERANCIERS VAN MEETINSTRUMENTEN
3. VERZENDLIJST ENQUETE WATERKWALITEITSBEHEERDERS
4. ZENDING ENQUETE
5. HERINNERING AAN ENQUETE

28. Crowther, J.M., Al-Ani, S.,Monitoring of turbidity and suspended solids concentration in wastewater treatment plants.,Wat. Sci. Tech., 13, 247-254,1981
29. Crowther, J. Moody, W.B.,Automatic determination of inorganic carbon in surface waters.,Anal. Chim. Acta, 120, 305,1980
30. Cusbort, P.J.,Analyt. Chem., 87, 429-,1976
31. Defebre, A., Pouliquen, J., Marchandise, P.,ultrasonic turbidimetery,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 543-546,1985
32. Denkert, R.,Prozessgesteuerte Ueberschussschlammeindickung mit einer Zentrifuge.,Umwelt, 5,1987
33. Deutsche Einheitsverfahren,Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung D9.,Verfahren DIN 38405-D9-2.
34. Drake, R.A.R.,Instrumentation and control of water and wastewater treatment and transport systems. Proceedings of the 4th IAWPRC workshop held in Houston and Denver, USA, 27 april-4 may 1985,Pergamon Press,1985
35. Drake, R.A.R. et.al.,Developments in instrumentation and automation in sewage treatment.,Water Pollut. Control, 80, 231-242,1981
36. Drews, R.J., A rapid centrifuge method for determination and control of sludge concentration in activated sludge plants.,Water SA, 4, 1-3, 1978
37. Droste, R.L., Sanches, W.A., Microbial activity in aerobic sludge digestion., Wat Res, 17, 975, 1983
38. van Duin, P.J., de Kreuk, C.W., A continuous electrochemical metal analyser: instrumentation and application., Proc Int Conf Management and Control of Heavy Metals in the Environment, London, 1979
39. Dutang, M., Dupont, M.,Setting up and use of automation: automated heavy metal detection.,proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 551-554,1985
40. Edeline, F., Lambert, T.G., Sueiras, F.,Un respirometre continu simple pour le controle des boues activees.,La Trebune du Cebedeau, 414, 211-215,1978
41. Evangelista, R.A., Nathaniel, H.G., Hamilton, W.J., Galvanic probe oxygen analysis, Hycon Bulletin, no. 771, Reprint from Proceedings 37th Int Water Conf, October, 1976
42. Evans, W.H., Partridge, B.F.,Determination of ammonia levels in water and waste water with an ammonia probe.,Analyst, 99, 367-375,1974
43. Eye, J.D., Ritchi, C.C.,Measuring BOD with a membrane electrode system.,Jour. Water Pollut. Control. Fed., 38, 1430-1440,1966
44. Farkas, P.A.,The use of respirography in biological treatment plant control,Wat. Sci. Tech., 13, 125-131,1981
45. Farkas, P.,Method for measuring aerobic decomposition activity of activated sludge in an open system.,4th IAWPR Conf. on Water Poll. Res., Section II, Prague,1969
46. Finger, R.E. et.al.,Development of an on-line chlorine residual measurement and control system.,J. Water Pollut. Control Fed., 57, 1068-1073,1985
47. Fortier, J.-L. et.al.,,Journal W.P.C.F., 52, 89-97,1980
48. Fortier, J.L. et.al.,Calorimetric studies of biodegradation processes in biological wastewater treatment.,J. Water Pollut. Control Fed., 52, 89-97,1980
49. Foster, I.D.L.,The use of specific conductance in studies of natural waters and soil solutions.,Hydrol. Sci. Bull., 26, 257,1981
50. Fujimoto, E., Iwahori, K., Sato, N.,Automatic measurement device of the respiration rate and experimental investigation on the constant DO control by using the device for the activated sludge process.,Wat. Sci. Tech., 13, 193-198,1981
51. Fukunaga, M., Otajima, K.,Problems and solutions on sludge level measurement.,Wat. Sci. Tech., 13, 177-182,1981
52. Furusato, A.,Instrumentation for wastewater treatment systems by ultrasonic wave sludge density meter with pressurized debubbling system.,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 505-508,1985
53. Goto, M., Andrews, J.F.,On-line estimation of oxygen uptake rate in the activated sludge process.,Proceedings 4th IAWPRC, Houston, 465-472,1985
54. Goto, M.,On-line estimation of oxygen uptake rate for the activated sludge process.,Ph.D. Dissertation, Rice University,1985
55. Haas, C.N.,Oxygen uptake rate as an activated sludge control parameter.,J. Water Pollut. Control Fed., 51, 938,1979
56. Harita, K., Otani, Y., Hikuma, M., Yasuda, T.,BOD quick estimation system utilizing a microbial electrode,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 529-532,1985

57. Heckershoff, H., Wiesmann, U.,Ein neues Messgeraet fuer die Betriebskontrolle und Reglung von Belebtschlammanlagen. Teil 1, Messung der Substratkoncentration.,Korrespondenz Abwasser, 6, 508-513,1986
58. Heckershoff, H., Wiesmann, U.,Ein neues Messgeraet fuer die Betriebskontrolle und Reglung von Belebtschlammanlagen. Teil 2, Messung zur Atmungsaktivitaet von Belebtschlammen und zur Reaktionskinetik., Korrespondenz Abwasser, 7, 600-606, 1986
59. Heijnen J.J., Hoeks, F.W., Mourik, J., Application of a microcalorimeter as a fast toximeter for the protection of anaerobic treatment systems., NVA Water Treatment Conference, 15-19 September 1986, Amsterdam, 673-675
60. Hernebring, C.,Settling tests as a means of improving flocculation performance - an on-line measurement application.,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 613-616,1985
61. Hickey, C.W., Nagels, J.W.,Modifications to electrolytic respirometer systems for precise determination of BOD exertion kinetics in recieving waters.,Water Res., 19, 463-470,1985
62. Holmberg, A., Olsson, G.,Simultaneous on-line estimation of oxygen transfer rate and respiration rate.,1st IFAC symp. Mod. and control of biotech. Processes, Noordwijkerhout,1985
63. Holmstrom, H., Hultman, B.,Improved operation of municipal wastewater treatment plants in Sweden by use of instrumentation and automation.,Wat. Sci. Tech., 13, 7-13,1981
64. Howell, J.A., Yust, L.J., Reilly, P.J.,On-line measurement of respiration and mass transfer rates in an activated sludge aeration tank.,Jour. Water Pollut. Control Fed., 56, 319-324,1984
65. Howell, J.A., Sopido, B.O.,On-line respirometry and estimation of aeration efficiencies in an activated sludge aeration basin from dissolved oxygen measurements.,IFAC symp. Modeling and control of biotech. Proc., Noordwijkerhout,1985
66. Huang, J.Y.C., Cheng, M.D., Mueller, J.T.,Oxygen uptake rates for determining microbial activity and application.,Water Res., 19, 373-381,1985
67. Hulanicki, A., Lewandowski, R., May, M.,Determination of nitrate in water with a new construction of ion selective electrode.,Analytica Chimica Acta, 69, 409-414,1974
68. Jansen, J. et.al.,On-line determination of total organic carbon in effluent streems.,Adv. in Instr.,1978
69. Jenkins, D.,The use of manometric methods in the study of sewage and trade wastes.,In: Waste Treatment, Pergamon Press, p99,1960
70. Jutika, P.,An application of adaptive pH control algorithms based on physico-chemical modelling in a chemical waste water treatment plant.,Int. J. Control, 38, 639-655,1983
71. Kaesser, R.,,Self correcting measurement of dissolved oxygen,IFAC symp. Modelling and control of biotechnological processes, Noordwijkerhout,1985
72. Kalte, P.,Die kontinuierliche Kurzzeit-BSB-messung zur Steuerung der Schlammbelastung zur Nitrifikation/Denitrifikation,Documentation 7th EWPCA-symposium, Munich, 203-206 (exhib),1987
73. Kanaya, T. et.al.,Automatic measurement and analysis of process data in a combined wastewater treatment plant.,proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 77-84,1985
74. Kaneko, M., Kawachi, K., Matsumoto, A.,Evaluation of oxygen uptake rate analyser in wastewater treatment plants.,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 521-524,1985
75. Kayser, R., Boll, R., Teichgraeber, B.,Development of a control scheme for simultaneous phosphorus precipitation,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 715-719,1985
76. Kayser, R., Ermel, G.,Control of simultaneous nitrification-denitrification,Proceedings 4th workshop IAWPRC, Houston, 481-488,1985
77. Kayser, R., Teichgraeber, B.,Control of precipitant feed for simultaneous phosphate precipitation,Documentation 7th EWPCA-symposium, Munich,1987
78. Kayser, R., Ermel, G.,Control of simultanous denitrification by a nitrate controller.,Wat. Sci. Tech., 16, 143-150,1984
79. Kember, P.N.,ISFED's - New tools for water quality monitoring.,Wat. Sci. Tech., 13, 255,1981
80. Der Kinderen, W.J.G.J.,Slibkoncentratiemeters. Inventarisatie en evaluatie.,Waterloopkundig Laboratorium Delft, S 453 deel 1,1980
81. Klapwijk, A., Spanjers, H., Van de Akker, D.,Control of an activated sludge plant with a Wazu-respirometer,documentation 7th EWPCA symposium, Munich, 125-139,1987
82. Kleine, B.,Messen chlorierter und fluorierter Kohlenwasserstoffe in Wasser.,Documentation 7th EWPCA symposium Munich, 53-55 (exhib),1987

83. Knudsen, D.I., Mathes, G.A.,Automatic control of sludge conditioning and vacuum filtration.,Wat. Sci. Tech., 13, 611-617,1981
84. Koch, F.A., Oldham, W.K.,ORP - A tool for monitoring, control and optimization of biological nutrient removal systems.,Wat. Sci. Tech., 17, 259-281,1985
85. Koehne, M., Siepmann, F.W., Te Heesen, D.,Der BSB5 und der kontinuierliche Kurzzeit-BSB (BSB-M3) im Vergleich,Korrespondenz Abwasser, 33, 787-793,1986
86. Koizumi, M. et. al.,Evaluation of a nitrogen autoanalyser for wastewater,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 533-534,1985
87. Krielen, A.J.,Onderzoek naar de bruikbaarheid van een selektieve NH4 elektrode bij regeling van de zuurstofinbreng in een aktiefslibinstallatie, type carrousel,DHV, dossier 4-5110-52-15,1983
88. Krielen, A.J.,Onderzoek naar de bruikbaarheid van een selektieve NH4 elektrode bij regeling van de zuurstofinbreng in een aktiefslibinstallatie.,doktoraalverslag sektie Proceskunde, 83-12, Wageningen,1983
89. Kubota, H., Fujie, K., Kasakura, T.,Automatic monitoring of exhaust gas analysis in activated sludge wastewater treatment process,Wat. Sci. Tech., 13, 159-164,1981
90. Kurokawa, Y. et.al.,Dissolved oxygen content monitoring using gas phase oxygen analysis in a high purity oxygen activated sludge plant.,Wat. Sci. Tech., 13, 293-298,1981
91. Larson, R.J., Schaeffer, S.L.,A rapid method for determinig the toxicity of chemicals to activated sludge.,Water Res., 16, 675-680,1982
92. Leeds & Northrup, Documentation
93. Li, D.H., Ganczarczyk, J.J.,Stroboscopic determination of settling velocity, size and porosity of activated sludge flocs.,Wat. Res., 21, 257-262,1987
94. Ljubisavljevic, D.S., Malesev, M.M., Malesev, M.R.,Apparatus for quiescent settling analysis equipped with instruments for in situ turbidity measurements.,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 555-558,1985
95. Lohmann, J., Schlegel, S.,Measurement and control of the MLSS concentration in activated sludge plants,Wat. Sci. Tech., 13, 217-224,1981
96. Lynnworth, L.C.,A checklist of ultrasonic flowmeters.,InTech, 26, 62-64,1979
97. Maeda, K. et.al.,Feasibility of a new biomass control for fully-scale waste water treatment process.,Proc. 8th IFAC World Congress, Kyoto, 134-139,1981
98. Maihak, Documentation
99. Mancy, K.,Analytical problems in water pollution control,Proceedings 24th. Annual Summer Symposium, chapter 6,1971
100. Manross, R.C.,Wastewater treatment plant handbook.,Water Eng. Res. Lab. U.S., Cincinnati, Ohio,1985
101. Mascini, M., Cresnisini, Anal. Chim. Acta, 97, 237-,1987
102. Matsui, S., Furuya, N.,Activated sludge control in the secondary settling basin using the sludge settling analyser.,Prog. Water Technol.,12 213-220,1980
103. Mckenzie, L.R., Young, P.W.N.,Determination of ammonia- nitrate- and organic nitrogen in water with an ammonia gas sensing electrode.,Analyst, 100, 620-628,1975
104. Meagher, R.F., Grinker, J.R.,Sensors for waste water plant control. What works and what's needed.,InTech, 28, 51-,1981
105. Mertens, J.P., Vandenwinkel, Massart, D.L.,Determination of nitrate in water with an ammonium probe.,Anal. Chem., 47, 522,1975
106. Milicvka, L.,Zum Problem der pH messung in Suspensionen.,Z. Phys. Chemie, Leipzig, 249, 63-72,1972
107. Montgomery, H.A.C.,,Wat. Res., 1, 631-662,1967
108. Mueller, J.A., Boyle, W.C., Lightfood, E.N.,Effect of the response time of a dissolved oxygen probe on the oxygen uptake rate.,Applied Microbiology, 15, 674-676,1967
109. NEN, Onderzoekingsmethoden voor afvalwater, Nederlands Normalisatie-Instituut
110. Nogita, S., Saito, Y., Kuge, T.,A new indicator of the activated sludge process nitrous oxide,Wat. Sci. Tech., 13, 199-204,1981
111. Nutt, S.G., Schuk, W.W.,Testing of on-line residual chlorine analysers.,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 53-59,1985
112. Ochiai, S., Wei, C.N.,Automatic inventory control in a biological waste water treatment system.,Proc. 8th IFAC World Congress, Kyoto, prepr. vol. XXII, 128-133,1981
113. Oehme, F., Schuler, P.,Geloest-Sauerstoffmessung. Physikalische Grundlagen Mess und Analysentechnik, Anwendungen.,Huetig Verlag, Heidelberg,1983

114. Oehme, F.,Ionenselektive Elektroden in der Wasseranalytik.,Vom Wasser, 54, 179-195,1980
115. Olah, J., Princz, P.,A new rapid method for determining sludge activity.,Wat. Res., 20, 1529-1534,1986
116. Olsson, G., Rundqwist, L., Eriksson, L., Hall, L.,Self tuning control of the dissolved oxygen concentration in activated sludge systems.,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 473-480,1985
117. Olsson, G., Andrews, J.F.,Dissolved oxygen control in the activated sludge process.,Wat. Sci. Tech., 13, 341-347,1981
118. Pagga, U., Guenthner, W.,The BASF-toximeter - A helpfull instrument to control and monitor biological waste water treatment plants.,Wat. Sci. Tech., 13, 233-238,1981
119. Patterson, J.W. et.al., Sludge activity parameters and their application to toxicity measurement in activated sludge., Proc Perdue Industrial Waste Conf, 24, 127, 1969
120. Pecs, M. et.al., On-line application of auto analysers as sensors for monitoring and controlling fermentation processes, Proc 4th European Congress on Biotechnology, Vol 3, 103, 1987
121. Ray, J.M., Rogers, S.E., Lauer, W.C.,Denver's potable water reuse demonstration project: instrumentation and control system,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 489-496,1985
122. Reeves, J.B.,Activated sludge system influent toxicity monitoring through utilisation of a continuous respirometer.,NS dissertation, Virgina Polytechnic Institute and State University,1976
123. Rhoe, P.C., Bhagat, S.K., Adenosine triphosphate as a control parameter for activated sludge process., J Water Pollut Control Fed, 54, 244-254, 1982
124. Rieseman, J.H.,Electrode technique for measuring cyanide in wastewater.,Am. Lab., 4, 63,1972
125. Rimkus, R.R., Ziols, R., Shaikh, A.,Computer control of a raw sewage chlorination for odor control,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 297-302,1985
126. Rommel, K.,Ein neues Sauerstoff-Messsystem.,E-Chemie, Labor Praxis, Juli/August, 736-739,1984
127. Royce, Documentation Royce Instrument Corporation
128. Scheiding, W.,,Automatisierungstechnische Praxis, 28, 565-569,1986
129. Schlegel, S.,Control of the sludge gravity thickening process,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 391-396,1985
130. Schlegel, S.,Automatisierung des Belebtschlammprozesses mittels Reglung des Sauerstoffeintrages und des Überschußschlammabzuges, Korrespondenz Abwasser, 12, 371-376,1977
131. Schrank, G.,Automatisierung bei der flockmittelzugabe.,Documentation 7th EWPCA symposium Munich, 77-80 (exhib),1987
132. Schuler, P., Herrnsdorf, J.,Fortschritte bei der Eichung von Membranbedeckten Sauerstoffsonden.,Vom Wasser, 61, 277-287,1983
133. Sekine, T., Iwahori, K., Fujimoto E., Urushibara, S.,Dissolved oxygen meter with air bubbling device,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 513-516,1985
134. Sekoulov, I., Heinrich, D.,The continuous oxygen uptake rate measurement and its applicability as an activated sludge control parameter,Wat. Sci. Tech., 13, 205-210,1981
135. Severin, B.F. et. al.,Novel uses of steady state solids flux concepts for on-line clarifier control,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 397-404,1985
136. Siepmann, F.,Kurzzeit BSB,Entsorgungs Praxis, 6, 359-361,1985
137. Simenov,,Fres. Z. Anal. Chem., 297, 418-,1979
138. Soil Sci & Plant Anal, 5, 569, 1974
139. Solyom, P., Boman, B., Bjorndal, H.,Continuous monitoring of acute-toxic substances in waste water.,Prog. Wat. Technol., 8, 417-422,1976
140. Solyom, P.,Industrial experiences with Toxiguard, a toxicity monitoring system.,Prog. Wat. Technol., 9, 193-198,1977
141. Spanjers, H., Klapwijk, A.,Measurement of the toxicity of KCN and some organic compounds for activated sludge using the WAZU-respiration meter,int. congress on recent advances in the management of toxic waste,1987
142. Speirs, G.W., Stephenson, J.P.,Operational audit assists plant selection for demonstration of energie savings and improved control,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 457-464,1985

143. Staples, K.D.,ICA-experiences with instrumentation, control and automation in the UK.,Documentation 7th EWPCA symposium, Munich, 239-251,1987
144. Stephenson, J.P. et.al.,Evaluation of instruments for continuous activated sludge monitoring.,Wat. Sci. Tech., 13, 721-728,1981
145. Strand, S.E., Carlson, D.A.,Biofilm electrode for BOD,Journal W.P.C.F., 56, 464-467,1984
146. Struijs, J., Stoltenkamp, J., Stoltenkamp, M.J., Biodegradatietoetsen en toxiciteit., RIVM-rapport, Nr. 217908004, 1985
147. Sundaramoorthy, S. et. al.,Instrumentation and control of sewage pump stations - A case study in India,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 601-604,1985
148. Suschka, J., Ferreira, E.,Activated sludge respirometric measurements.,Wat. Res., 20, 137-140,1986
149. Takaisvili, O.G., Motsonelitze, E.P., Karachentseva, Y.M.,Phosphate Ion-selective electrode.,Elektrokhimiya, 12, 291-293,1976
150. Takamatsu, T., et.al.,On-line monitoring and control of biochemical reaction processes.,Proc. 8th World congress, Kyoto, 146-151,1981
151. Tanuma, R. et. al.,Dissolved oxygen control using aeration exhaust gas,Wat. Sci. Tech., 13, 183-188,1981
152. Tanuma, R., Sasaki, K., Matsunaga, I,Gain maximizing dissolved oxygen control in the activated sludge process,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 261-268,1985
153. Therien, N., Le Calve, P., Jones, P.,A respirometric study of the influence of aliphatic alcohols on activated sludge.,Water Res., 18, 905-910,1984
154. Therien, N., Ilhan, F.,Relating BOD5 with oxygen uptake rate measurements using automatic respirometers in view of process monitoring and control.,Procedures and practices in activated sludge process control (edi,1983
155. Thomas, R.F., Booth, R.L.,Selective electrode measurement of ammonia in water and waste water.,Environm. Sci. & Technol., 7, 523-526,1973
156. Thomas, J.D.R. (ed),Ion selective electrode reviews.,Pergamon Press,
157. Thomson, D.G.,Microprocessors and computers in analysis in the water industry.,Water Pollut. Control, 81, 193-199,1982
158. Thornberg, D.E.,Nitrogen removal by computer control of a simple activated sludge plant.,COWIconsult, Virum, Denmark,1987
159. Tiemon, A., Wagner, B.,Development and use of a continuous TOC-measurement device in waste water purification,Wat. Sci. Tech., 13, 211-216,1981
160. Tonegawa, H., Yotsumoto, H., Nakahori, I., Miyauchi, T.,Water-quality monitoring system using ozone cleaning and its application in wastewater treatment process control,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 525-528,1985
161. Tsugura, H., Iwahori, K., Fujimoto, E., Matsui, S.,Development of advanced analysing system for sludge settlability,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 509-512,1985
162. Ueberbach, O.,Water quality measurement with the nitrate process photometer.,BBR, 4,1986
163. Uematsu, M., Fukunaga, M.,Studies of open channel flow measurement,Wat. Sci. Tech., 13, 75-80,1981
164. Vandenbroek, R,Study and development of a microcomputer controlled sensor for the determination of the biodegradability and the toxicity of wastewaters: the Rodtox.,Ph.D. dissertation, University of Ghent,1986
165. Veits, G.,Moeglichkeiten der Respirationsmessung.,Gas Wasserfach, 120, 211-215,1979
165a Vernimmen, A.P., Henken, E.R., Lamb, J.C.,A short-term oxygen demand test,Journal WPCF, 39, 1006-1020,1967
166. Walker, I., Davies, M.,The relationship between viability and respiration rate in the activated sludge process.,Water Res., 11, 575-578,1977
167. Walker, R.J.,Instruments to measure flow for water and waste water.,Instrum. Technol., 27, 49,1980
168. Ward, R.C.,Bubble level measurement dynamics,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 535-538,1985
169. Watanabe, S., Baba, K., Nogita, S.,Basic studies on a ORP/extended carbon source control system for the biological denitrification process,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 641-644,1985
170. Watts, J.B., Evans, K.,An operational users approach to the introduction and implementation of ICA to a large inland sewage works,Proceedings 4th IAWPRC workshop, Houston, 311-322,1985

171. Weil,,Vom Wasser, 40, 125-,1973
172. Weppen, P. et.al.,On-line estimation of oxygen demand in the activated sludge process using direct calorimetry on surface attached mixed microbial cultures.,Proc. 4th European Congress on Biotechnology, Amsterdam, 91,1987
173. Young, J.C., Baumann, E.R.,The electrolytic respirometer. II Use in water pollution control plant laboratories.,Water Res., 10,,1976
174. Young, J.C.,Specific oxygen demand as an operating parameter for activated sludge processes.,Wat. Sci. Tech., 13, 397-404,1981

BIJLAGE 2: Leveranciers van meetinstrumenten

nr	leverancier	aanwezig op tentoonstelling het Instrument' 1985 (I) 'Aquatech' 1986 (A)
1	Ahrin B.V.	I
2	Al/Techniek Benelux B.V.	A I
3	Ankersmit Nederland B.V.	I
4	Applied Process Technology B.V.	I
5	Applikon Dependable Instruments	A I
6	Aquapur B.V.	A
7	Auriema Nederland B.V.	I
8	Bakker & Co B.V.	I
9	Betron Scientific B.V.	I
10	Boom B.V.	I
11	Brinck Amersfoort B.V.	A I
12	Brooks Instrument B.V.	I
13	Buveko	I
14	Dijkstra Vereenigde B.V.	I
15	Druck Nederland B.V.	A
16	Ecolotech Instrument B.V.	A I
17	Econosto N.V.	A I
18	Endress + Hauser B.V.	A I
19	Envico Environment Control B.V.	A I
20	Eriks B.V.	A I
21	van Essen B.V. Instrumentenfabriek	A I
22	Eur-Control Benelux B.V.	A I
23	Euroglas B.V.	I
24	Fischer & Porter B.V.	I
25	Flygt Pompen B.V.	A
26	Foxboro Nederland B.V.	I
27	Griffin Europa B.V.	I
28	Handelsvereeniging Wegman B.V.	I
29	Hartman en Braun Nederland B.V.	I
30	van Hengel Instruments B.V.	I
31	Hitma B.V.	A I
32	Hobre Instruments B.V.	A I
33	Honeywell B.V.	A I
34	Hydrochemie-Conhag B.V.	A I
35	I.M.A. Instruments B.V.	A
36	Imbema Controls B.V.	A I
37	Inacom Instruments B.V.	I
38	Ingenieursbureau De Raaij en Datema B.V.	A
39	Instromet B.V.	I
40	Instrumentenhandel Zuid-Holland B.V.	I
41	Itho B.V.	I
42	Kent Nederland B.V.	I
43	Koopman & Koek Analytica B.V.	I
44	H.J. Lubbers Instrumentatie	A
45	Marius N.V.	I
46	Masoneilan Nederland B.V.	I
47	Mechalectron Int. B.V.	A I
48	Mercuwatt B.V. Technisch Handelsbureau	I
49	Meridian Instruments B.V.	I
50	Merrem & Laporte B.V.	A

BIJLAGE 2 (vervolg)

51	Meterfabriek Schlumberger B.V.	A I
52	O-D-S B.V.	A I
53	van Oortmerssen / Hilcomij B.V.	I
54	Pedak	I
55	Persenaire B.V. Technisch Bureau	I
56	Petromation B.V.	A
57	Philips Nederland	I
58	Post Techniek	A
59	Proton Wilten B.V.	A I
60	Quality Instruments B.V.	A
61	Regel- en Elektrotechniek Nederland B.V.	I
62	Retsch B.V.	A I
63	Rosemount Benelux B.V.	A I
64	Salm & Kipp B.V.	A I
65	Siemens Nederland N.V.	I
66	Skalar Analytical B.V.	A I
67	Stip Benelux	
68	van Swaay & Scheeres B.V.	
69	Techmation N.V.	A I
70	Technisch Handelsburo Thermotex	I
71.	Telerex Nederland B.V.	I
72	Tempcontrol B.V.	I
73	TMC Instruments	I
74	Transamerica Instruments	I
75	Vega B.V. Meet en Regeltechniek	A I
76	Ph. van Vugt Jr. B.V.	A I
77	Wesco B.V.	
78	Westinghaus Elektrotechniek en Instrumentatie B.V.	A I
79	Wigersma en Sikkema B.V.	A
80	Yokogawa Electrofact B.V.	I

BIJLAGE 3: Verzendlijst enquête bij waterkwaliteitbeheerders

Regionale waterkwaliteitbeheerders

Provinciale Waterstaat Groningen
Eendrachtskade Z.Z. 2
9726 CW Groningen

Provincie Friesland
Waterstaat en Milieu
Ged. Keizersgracht 38
8911 KL Leeuwarden

Zuiveringsschap Drenthe
Postbus 231
9400 AE Assen

Zuiveringsschap West-Overijssel
Ruiterlaan 7
8019 BN Zwolle

Waterschap Regge en Dinkel
Apollolaan 1
7604 EH Almelo

Zuiveringsschap Oost(elijk) Gelderland
Postbus 148
7000 AC Doetingem

Zuiveringschap Veluwe
Postbus 9030
7300 EN Apeldoorn

Zuiveringsschap Rivierenland
Postbus 6099
4000 HB Tiel

Provinciale Waterstaat Utrecht
Galileilaan 15
3508 TH Utrecht

Hoogheemraadschap Uitwaterende Sluizen
Schepenmakersdijk 16
1135 AG Edam

Zuiveringsschap Amstel- en Gooiland
Postbus 1061
1200 BB Hilversum

Gemeente Amsterdam
Hoofdafdeling R. en W.
Wibautstraat 3
1091 GH Amsterdam

Hoogheemraadschap van Delfland
Postbus 3061
2601 DB Delft

BIJLAGE 3 (vervolg)

Hoogheemraadschap van Rijnland
Postbus 156
2300 AD Leiden

Hoogheemraadschap van Schieland
Postbus 4059
3006 AB Rotterdam

Zuiveringsschap Hollandse Eilanden en Waarden
Postbus 469
3300 AL Dordrecht

Technologische Dienst Zeeuwse Waterschappen
Axelsestraat 79
4537 AD Terneuzen

Hoogheemraadschap West-Brabant
Postbus 2212
4800 CE Breda

Gemeenschappelijke Technologische Dienst
Oost-Brabant
Molenpad 8
5281 JV Boxtel

Waterschap/Zuiveringsschap Limburg
Postbus 314
6040 AH Roermond

<u>Industriële waterkwaliteitbeheerders</u>

Koninklijke Nederlandse Papierfabriek
Postbus 1022
6201 MH Maastricht

DSM Limburg BV
Postbus 603
6160 MH Geleen

Shell
afdeling Waterbeheer
Postbus 7000
3000 HA Rotterdam

Esso Raffinaderijen
Postbus 7150
3000 HD Rotterdam

Parenco BV
Postbus 1
6870 AA Renkum

BIJLAGE 3 (vervolg)

CSM Holland
Postbus 7
1165 VA Halfweg

Bavaria
afdeling Waterzuivering
Postbus 1
5737 ZG Lieshout

Heineken
afdeling AWZI, Gebouw 09
Burg. Smeetsweg 1
2381 NA Zoeterwoude-Rijndijk

Gist-Brocades
afdeling CTS-EBE/IP
Postbus 1
2600 RA Delft

Avebe-APG
Postbus 15
9640 AA Veendam

VAM Verwerkingsbedrijf Wijster
VAMweg 7
9418 TM Wijster

Vakgroep Waterzuivering

BIJLAGE 4

Landbouwuniversiteit Wageningen

uw kenmerk
uw brief van
ons kenmerk HS/ak 87-353
bijlage(n)
datum 5 juni 1987
behandeld door
toestelnummer
onderwerp **enquête meetinstrumenten**

aan de geadresseerde

Geachte dames en heren,

Bij waterkwaliteitbeheerders bestaat een toenemende behoefte aan automatische registratie van grootheden die van belang zijn bij de afvalwaterzuivering. De keuze van geschikte meetapparatuur alsook de toepassing van deze apparatuur is echter geen eenvoudige zaak. Dit is de aanleiding voor de Dienst Binnenwateren/ RIZA van de Rijkswaterstaat een onderzoek te starten met als doelstelling: de inventarisatie van meetinstrumenten die toegepast (kunnen) worden bij de registratie van grootheden in afvalwaterzuiveringsinrichtingen. Het onderzoek is opgedragen aan de vakgroep Waterzuivering van de Landbouwuniversiteit Wageningen.

De volgende aspekten zullen deel uitmaken van het onderzoek:
1. een literatuurstudie naar meetinstrumenten voor de afvalwaterzuivering;
2. een inventarisatie van het marktaanbod van deze apparatuur;
3. een enquête bij waterkwaliteitbeheerders en beheerders van industriële zuiveringen ter inventarisatie van vanaf 1980 opgedane ervaringen met meetinstrumenten.

Over de resultaten van het onderzoek zal worden gerapporteerd door de DBW/RIZA. Rapportage aan derden zal anoniem geschieden, dat wil zeggen zonder vermelding van naam en adres van de instelling waarop de resultaten betrekking hebben. Het is echter niet uitgesloten dat in het rapport een lijst van respondenten opgenomen wordt. Respondenten worden schriftelijk van de resultaten van de enquête op de hoogte gebracht.

correspondentieadres postbus 8129 6700 EV Wageningen
bezoekadres Biotechnion De Dreijen 12 Wageningen
telefoon (08370) 8 33 39 b.g.g. 8 91 11
telex 45015

enquête meetinstrumenten

Bijgaand treft u het enquêteformulier aan. Wij zouden het zeer op prijs stellen als u de enquête invult en retourneert vóór 8 juli 1987 in de bijgevoegde antwoordenvelop.

Wij danken u voor uw medewerking.

Hoogachtend,

ir. H. Spanjers

dr.ir. A. Klapwijk

Bijlagen: -Enquêteformulier voor de inventarisatie van toegepaste meetinstrumenten bij afvalwaterzuiveringsinrichtingen
-Antwoordenvelop

Enquête voor de inventarisatie van meetinstrumenten die in de periode 1980 - 1987 zijn toegepast bij de zuivering van afvalwater

Toelichting

Onder een meetinstrument wordt verstaan: een instrument dat informatie direkt uit een objekt ontleent en deze informatie zodanig presenteert dat men de te bepalen grootheid kan afleiden.
Voorbeelden van een meetinstrument zijn: kwikthermometer, zuurstofkoncentratiemeter, autoanalyser:

1. Een kwikthermometer die in een bepaald medium is geplaatst geeft de temperatuur van dat medium in °C.
2. Een zuurstofmeter verwerkt het signaal van de sensor en presenteert de zuurstofkoncentratie in % van de verzadigingswaarde of in mg/l.
3. Een autoanalyser neemt monsters uit een monsterwisselaar of direkt uit een processtroom, analyseert deze en geeft de resultaten weer.

Niet onder de definitie valt bijvoorbeeld de apparatuur die gebruikt wordt bij de handmatige bepaling van het CZV.
Meetinstrumenten kunnen worden toegepast zowel ter plaatse van de zuiveringsinrichting als in het laboratorium.

Deze enquête omvat:

a. Een formulier voor algemene vragen (A). De antwoorden op deze vragen zijn van belang om indien nodig met u in kontakt te treden.
b. Een formulier (B) waarop u alle grootheden die worden bepaald aankruist. Tevens geeft u hier aan of er bij de bepaling van die grootheden gebruik wordt gemaakt van een meetinstrument in het laboratorium, dan wel bij de zuiveringsinrichting. Ook vermeldt u instrumenten die na 1980 zijn gebruikt, maar nu niet meer worden toegepast (bijvoorbeeld vanwege tegenvallende resultaten).
c. Een formulier (C) voor elk instrument dat bij een zuiveringsinrichting is geplaatst. Wij verzoeken u per type instrument van een bepaald merk één C-formulier in te vullen. Mocht het aantal C-formulieren (10 stuks) niet voldoende zijn, dan verzoeken wij u één C-formulier één of meerdere malen te kopiëren.

Beantwoording van de vragen geschiedt door rondjes (o) aan te kruisen dan wel gegevens op de stippellijnen in te vullen.
Bij een aantal vragen zijn meerdere antwoorden mogelijk.

Indien u vragen heeft kunt u bellen met:
ir. H. Spanjers (op maandag en dinsdag, telefoon 08370-83360) of
dr.ir. A. Klapwijk (telefoon 08370-83428), vakgroep Waterzuivering,
Landbouwuniversiteit Wageningen.

A: **Algemene vragen**

1) naam instelling.....

2) adres.....

3) postcode.....

4) plaats.....

5) telefoonnummer.....

6) naam en telefoonnummer van de persoon die de enquête invult

.....

7) funktie van deze persoon.....

8) aantal zuiveringsinrichtingen dat bij het invullen van deze enquête is betrokken.....

opmerkingen

.....

.....

.....

naam instelling.....

B: **Grootheden die worden bepaald**

grootheid	gemeten met dan wel zonder meetinstrument bij zuivering of in lab	gemeten met meetinstrument bij zuivering of in lab	meetinstrument geplaatst bij de zuivering
ammoniumkoncentratie	0	0	0
slibvolume-index	0	0	0
biochemisch zuurstofverbruik	0	0	0
chemisch zuurstofverbruik	0	0	0
waterdebiet	0	0	0
filtreerbaarheid	0	0	0
gasproduktie	0	0	0
gassamenstelling (CH_4/CO_2)	0	0	0
kjeldahl-stikstof (org. + NH_4)	0	0	0
neerslag	0	0	0
nitraatkoncentratie	0	0	0
nitrietkoncentratie	0	0	0
nivo water	0	0	0
nivo slibdeken	0	0	0
org. microverontreinigingen	0	0	0
(ortho)fosfaatkoncentratie	0	0	0
pH	0	0	0
redoxpotentiaal	0	0	0
respiratiesnelheid	0	0	0
rest-chloorgehalte	0	0	0
slibkoncentratie	0	0	0
temperatuur	0	0	0
totaal organisch koolstorf	0	0	0
toxiciteit	0	0	0
troebelheid, turbiditeit	0	0	0
viskositeit	0	0	0
vluchtige vetzurenkoncentratie	0	0	0
waterstofsulfide	0	0	0
windsnelheid, windrichting	0	0	0
opgelost-zuurstofkoncentratie	0	0	0
zware metalen	0	0	0
zwevende stof	0	0	0
andere, te weten:	0	0	0
.....	0	0	0
.....	0	0	0
.....	0	0	0
.....	0	0	0

Indien gebruik wordt gemaakt van een meetinstrument dat is geplaatst bij de zuivering (zie derde kolom), wilt u dan voor elk instrument afzonderlijk een vragenformulier C invullen?

opmerkingen.....

.....

naam instelling.....

C: **Gegevens per instrument dat is geplaatst bij de zuivering**

Gegevens over de gemeten grootheid

1) gemeten grootheid.....
2) waarin drukt u deze gewoonlijk uit?.....
3) hoogste waarde die gemeten wordt.....
4) laagste waarde die gemeten wordt.....

Gegevens over het gebruikte meetinstrument

5) hoe noemt u het instrument?.....
6) merk.....
7) type (per type een apart C-formulier).....
8) aantal exemplaren van dit type in gebruik.....
9) naam, plaats leverancier(s).....
.....
10) bedieningsvoorschrift
o aanwezig, eigen (zelf geschreven) voorschrift
o aanwezig, origineel voorschrift
o niet aanwezig
11) voldoet c.q. voldeed het instrument aan uw eisen?
(bijvoorbeeld m.b.t. betrouwbaarheid, degelijkheid, gebruiksvriendelijkheid, nauwkeurigheid, standtijd e.d.)
o ja
o nee, om de volgende reden:.....
.....
.....
12) (alléén als het instrument niet aan de eisen voldoet c.q. voldeed): is het instrument nu (1987) in gebruik?
o ja
o nee

Gegevens over de toepassing van het meetinstrument

13) toepassing bij welk zuiveringsproces
o aerobe waterzuivering
o anaerobe waterzuivering
o fysisch-chemische waterbehandeling
o slibbehandeling
o anders, namelijk.....
14) doel van de meting
o kontrole
o registratie
o regeling (vragen 17 t/m 19 invullen)
o anders, namelijk.....
15) toepassing van het meetinstrument
o kontinu (d.w.z. ononderbroken gedurende ten minste één etmaal)
o diskontinu
16) registratie door middel van
o aflezing
o schrijver
o printer
o magnetische informatiedrager (bijvoorbeeld diskette)
o anders, namelijk.....

C: Gegevens per instrument dat is geplaatst bij de zuivering

[illegible]

1) Meetten periodiek [illegible]
2) Hoeveel uitval u [illegible]
3) Bovenste [illegible]
4) Inspectie [illegible]

Gegevens over [illegible] instrumentgebruik

5) Hoe moeten u het instrument?
6) Merk [illegible]
7) Aantal (per type per [illegible])
8) Aantal exemplaren van dit type in gebruik [illegible]
9) Aantal [illegible]
10) Beschikbaarheid
   o schriftelijk [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
11) Volgens [illegible] [illegible] aan de eisen?
   o [illegible]
   [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
12) Mogelijk [illegible] [illegible]
   [illegible]
   o ja
   o nee

Gegevens over de toepassing van [illegible]

13) Toepassing bij [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
14) Aard van de [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
15) Toepassing van [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
16) [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]
   o [illegible]

naam instelling.....

De vragen 17 t/m 24 alleen indien regeling (automatisch of handbediend) een doel van de meting is.

17) is de regeling automatisch of handbediend?
   o automatisch
   o handbediend
18) indien de regeling handbediend is, hoe vaak heeft een regelaktie plaats?
   o ..... maal per dag
   o ..... maal per week
   o ..... maal per jaar
   o anders, namelijk.....
19) waarop wordt de regelaktie uitgeoefend?
   o aanvoerpomp
   o slibretourpomp
   o spuipomp
   o recirkulatiepomp
   o beluchter
   o anders, namelijk.....
20) welke grootheid wordt geregeld?
   o oppervlaktebelasting bezinktank
   o slibbelasting
   o slibgehalte
   o temperatuur
   o zuurstofkoncentratie
   o anders, namelijk.....

<u>Gegevens over kalibratie, onderhoud en reiniging</u>

21) frekwentie van de kalibratie of ijking
   o ..... maal per dag
   o ..... maal per week
   o ..... maal per jaar
   o éénmalige kalibratie
   o anders, namelijk.....
22) het onderhoud wordt gedaan door
   o derden
   o eigen personeel
23) het onderhoud bestaat uit
   o reiniging met de hand
   o automatische reiniging
   o vervanging van een onderdeel, namelijk.....
   o ingreep bij onvoldoende funktioneren
24) frekwentie van het onderhoud
   o ..... maal per dag
   o ..... maal per week
   o ..... maal per jaar
   o anders, namelijk.....

opmerkingen
.....

.....

.....

[illegible]

De vragen 17 t/m 23 zijn alleen voor degenen die actief zijn op de arbeidsmarkt, dus zij van de [illegible].

17) Is de [illegible] aanwezig in [illegible]?
o aanwezig
o buitenwerk
18) Indien de [illegible] bereikbaar is, hoe vaak [illegible] een [illegible] per week?
o ..... maal per dag
o ..... maal per week
o ..... maal per jaar
o [illegible] ....
19) Welke soort [illegible]?
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
20) Welke [illegible]?
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible] ....

Gegevens over [illegible] [illegible] of [illegible]

21) Frequentie van de [illegible] of [illegible]
o ..... [illegible]
o ..... [illegible]
o ..... [illegible]
o [illegible]
o [illegible] ....
22) Het [illegible] [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
23) [illegible]
o [illegible]
o [illegible]
o [illegible] ....
o [illegible]
24) [illegible]
o ..... [illegible]
o ..... [illegible]
o ..... [illegible]
o [illegible] ....

Opmerkingen

....

....

....

Vakgroep Waterzuivering

BIJLAGE 5

Landbouwuniversiteit Wageningen

uw kenmerk
uw brief van
ons kenmerk GL/bv/87-452
bijlage(n)
datum 10 juli 1987
behandeld door
toestelnummer
onderwerp **enquête meetinstrumenten**

Geachte dames en heren,

Een maand geleden zonden wij u een enquêteformulier voor de inventarisatie van meetinstrumenten die toegepast (kunnen) worden bij de registratie van grootheden in afvalwaterzuiveringsinrichtingen.
Het is gebleken dat niet iedereen het formulier kon retourneren vóór 8 juli 1987. Daarom hebben wij besloten de uiterste inleverdatum te verschuiven naar 17 augustus 1987. Wij zouden het op prijs stellen indien u het formulier alsnog ingevuld terugzendt.

Verder willen wij u wijzen op twee fouten in het enquêteformulier:
Bij vraag 14 (pagina 4) moet staan:
....vragen 17 t/m 20 invullen.
Boven vraag 17 (pagina 5) moet staan:
De vragen 17 t/m 20 ....
Onze excuses voor deze slordigheid.

Wij danken u voor uw medewerking.

Hoogachtend,

Ir. H. Spanjers

correspondentieadres postbus 8129 6700 EV Wageningen
bezoekadres Biotechnion De Dreijen 12 Wageningen
telefoon (08370) 8 33 39 b.g.g. 8 91 11
telex 45015

Q

06. bv/87-40

10 juli 1987

enquête meetinstrumenten

Geachte heer en mevr.

Een maand geleden zonden wij u een enquêteformulier voor de inventarisatie van meetinstrumenten die toegepast (kunnen) worden bij de registratie van grootheden in dva/waterzuiveringen.
Het is gebleken dat nieuw tachtigen met formulier kon retourneren vóór 8 juli 1987. Daarom hebben wij besloten de uiterste inleverdatum te verschuiven naar 17 augustus 1987. Wij zouden het op prijs stellen indien u het formulier alsnog invuld terugzendt.

Verder willen wij u wijzen op twee fouten in het enquêteformulier:
Bij vraag 14 (pagina 4) moet staan:
....vragen 17 t m 20 invullen.
Boven vraag 17 (pagina 5) moet staan:
De vragen 17 t/m 20 ....
Onze excuses voor deze slordigheid.

Wij danken u voor uw medewerking.

Hoogachtend,

Ir. H. Snoeijers